Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1866. Band II.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1866.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht des Inhaltes.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

Philosophisch-philol. Classe. Sitzung vom 2. Juni 1866.

Mathematisch-physikal. Classe. Sitzung vom 9. Juni 1866.

Historische Classe. Sitzung vom 24. November 1866.

Philosophisch.-philol. Classe. Sitzung vom 15. Dezember 1866.

Seite

Mathematisch-physikalische Classe. Sitzung vom 15. Dez. 1866.

Historische Classe. Sitzung vom 22. Dezember 1866.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Philosophisch-philologische Classe.
Sitzung vom 2. Juni 1866.

Herr Spiegel in Erlangen übersandte eine Abhandlung „über die metrischen Theile des Avesta."

Schon vor sechzehn Jahren habe ich in einer eigenen Abhandlung (vgl. Weber Indische Studien I, 303 flg.) zu erweisen gesucht, dass sich im Avesta eine Anzahl von Fragmenten befinde die in einem eigenthümlichen vom gewöhnlichen Altbaktrischen abweichenden Dialekte verfasst seien. Zugleich habe ich mich bemüht darzuthun, dass diese Theile älter seien als das übrige Avesta; es folgt diese Thatsache zwar nicht mit Sicherheit aus der Sprache, wohl aber aus der Literatur; denn alle in diesem Dialekte geschriebenen Gebete werden im übrigen Avesta nicht nur häufig genannt und als Gebete vorgeschrieben, sondern zum Theil sogar commentirt. Diese meine damaligen Ergebnisse sind bis jetzt nicht nur nicht bestritten, sondern vielmehr allgemein angenommen und weiter gebildet worden. Westergaard hat

in seiner Ausgabe des Yaçna diese Stücke zuerst als metrisch erkannt und die Vers- und Strophenabtheilung nach der Angabe der Handschriften hergestellt. Man hat aus den Texten ersehen, dass sie den Namen Gâthâs d. i. Lieder tragen. Mit Recht legt man bei Erforschung des Parsismus auf diese Lieder ein sehr hohes Gewicht, aber über keinen Theil des Avesta gehen die Ansichten weiter auseinander als gerade über diesen. Es sei mir erlaubt, meine Ergebnisse wie sie sich mir bei wiederholter sorgfältiger Durchforschung der schwierigen Texte und aller vorhandenen Hilfsmittel gebildet haben, hier in Kürze darzulegen. Ehe ich aber von meinen Resultaten spreche, wird es nöthig sein, erst über die bei der Erklärung befolgte Methode einige Worte zu sagen, denn gerade die Verschiedenheit der Methode, viel mehr als die Abweichungen im Einzelnen, ist es, was die grosse Verschiedenheit der Uebersetzungen hervorbringt. Bei einem so dunklen Gebiete wie das Avesta und die ihm angehörende Literatur bis jetzt noch ist, wird man von vorneherein nicht erwarten dürfen, dass es einem Uebersetzer gelingen werde, in allen Fällen das Richtige zu treffen, man wird ihm manches Halbwahre und selbst ganz Falsche zu Gute halten müssen. Dagegen wird man verlangen können, dass er streng nach objectiven Regeln verfahre und wenigstens genau angeben könne was er sicher erkannt zu haben glaube und was nicht. Um nun auf diesem Gebiete zu objectiven Resultaten zu gelangen scheint mir der einzig sichere Weg, dass man vom Bekannten ausgehend zum weniger Bekannten oder ganz Unbekannten fortschreite. Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich meine Studien über das Avesta mit den dem Neupersischen so nahe stehenden mittelérânischen Sprachen begonnen und von da aus zum Altbaktrischen vorzudringen gesucht. Nach dieser Methode bilden die Gâthâs den Schlussstein aller Untersuchungen über das Avesta, erst nachdem man alle andern Theile des Avestatextes gründlich

studirt hat, kann die Frage auftauchen, wie sich der Gâthâdialekt und seine Literatur zu den übrigen altérânischen Denkmalen verhalte; und zwar sind diese Lieder von dreierlei Gesichtspunkten aus zu betrachten, von dem der Grammatik, des Wortschatzes und des Inhalts.

Ueber das Verhältniss der Grammatik des Gâthâdialekts zum Altbaktrischen kann ich mich kurz fassen, da ich demselben in meiner nun bald erscheinenden altbaktrischen Grammatik eine eingehende Behandlung gewidmet habe. Es wird sich dabei als unzweifelhaft herausstellen, dass der Dialekt dieser Lieder allerdings ein eigenthümlicher ist und in allen Theilen der Grammatik Abweichungen vom gewöhnlichen Altbaktrischen aufweist, dass aber diese Eigenthümlichkeiten eben gerade hinreichen, um ihm den Charakter eines Dialektes zu wahren und nicht weiter, wesshalb ich es auch nicht tadeln kann, wenn Justi in seiner kurzen Grammatik des Altbaktrischen beide Dialekte gar nicht sondert. Schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie weit diese beiden Dialekte auseinander liegen, ob ein längerer Zeitraum sie trennt, oder ob vielleicht die Verschiedenheit des Ortes höher anzuschlagen sei als die der Zeit, mit andern Worten: ob die Gâthâs zwar nicht in einer viel frühern Zeit, wohl aber in einer andern Provinz verfasst worden seien als die übrigen Theile des Avesta. Auf diese Frage giebt uns nun die Vergleichung der Grammatik beider Dialekte keine genügende Auskunft, es würden sich aus ihr Gründe sowohl für als gegen die eine und die andere Ansicht anführen lassen. Dagegen scheint mir, dass sich durch die Vergleichung der Ideen, welche diese beiden Literaturdenkmale beherrschen, auch diese Frage zu einem ziemlich befriedigenden Abschlusse führen lassen werde.

Wie über die Grammatik, so werden wir uns auch über die lexicalische Seite unserer Aufgabe kurz fassen können. Wenn man vom Altbaktrischen zum Gâthâdialekte übergeht,

so kennt man den grössten Theil der Wörter bereits aus den übrigen Texten. Es wird wol keines Beweises bedürfen, dass die Voraussetzung dafür spreche, dass dieselben Wörter in beiden Dialekten die gleiche Bedeutung haben, um so mehr als auch die Parsen selbst, mit äusserst geringen Ausnahmen, an dieser Identität festhalten. Nur wenn Gründe für die Annahme einer andern Bedeutung vorliegen, wird man diesen Folge geben müssen. Man denke sich etwa den analogen Fall, es wäre uns die gesammte griechische Literatur bekannt mit Ausnahme des Homer, dessen Verständniss erst wieder zu erschliessen wäre — würde da nicht das Richtige sein, dass man zuerst die identischen Bestandtheile in beiden Zweigen der Literatur aufsuchte? Nun steht aber der Gâthâdialekt dem gewöhnlichen Altbaktrischen noch viel näher als der homerische Dialekt etwa dem attischen. Ein Blick in Justi's Wörterbuch zeigt uns, wie wenige Wörter es giebt, die nicht aus beiden Dialekten zugleich zu belegen sind. Zwar kommen auch solche Wörter vor, die nur den Gâthâs angehören, aber solche eigenthümliche Wörter finden sich in allen Bruchstücken des Avesta, es ist dadurch, dass sie sonst nicht vorkommen, noch nicht bewiesen, dass der andere Dialekt sie nicht besass. Gewiss ist, dass in beiden Dialekten eine gute Anzahl von Wörtern gar nicht vorkommt, welche die Sprache wirklich hatte, die Schuld davon trägt aber nur die geringe Anzahl von Texten, die sich erhalten haben.

Können wir aus den angeführten Gründen über die Vergleichung der Grammatik und des Wortschatzes beider Dialekte kurz hinweggehen, so werden wir dagegen um so ausführlicher von den Ideen handeln müssen, die sich in beiden Literaturdenkmalen finden, namentlich soweit sie religiöse Vorstellungen betreffen. Der bessern Uebersicht wegen folge ich hier derselben Anordnung der Gegenstände wie in der Einleitung zum dritten Bande meiner Avestaübersetzung.

In der Gâthâs ebensogut als in den übrigen Schriften der Avesta zerfällt die Welt in eine doppelte: in eine bekörperte und in eine geistige, darum ist auch oft genug von beiden Welten die Rede XXXV, 9. 23. XXXVIII, 9. XLI, 5.), auch der nicht ganz klare Ausdruck ahûm bis (XLIII, 2.) scheint diese Bedeutung zu haben. Diese beiden Welten werden wieder in eine bekörperte (açtvat) und die des Geistes (managhô) geschieden (cf. XXVIII, 2. XLII, 3.), aber auch diese Welt als die materielle wird der unvergänglichen entgegengestellt (XL, 4. XLIV, 4.) und auch mit dem Ausdrucke béndva (XLVIII, 1. 2.) scheint dieselbe Vorstellung verbunden. Dagegen heisst die jenseitige auch die beste Welt (XLIII, 2.), die andere Welt XLV, 19.) zuweilen scheint sie auch als die Welt schlechthin bezeichnet zu werden (XLV, 13.). Einen etwas andern Sinn scheint es zu haben, wenn das Frühere und das Spätere in der Welt unterschieden wird (XLIV, 2. 3.), nach meiner Ansicht geht dieser Ausdruck auf den früheren oder späteren Zustand der Welt vor und nach der Auferstehung. Diese Zweitheiligkeit der Welt schliesst auch hier nicht aus, dass der Gegensatz zwischen dem guten und bösen Principe nicht ebensogut vorhanden sei wie sonst im Avesta. Im Gegentheil, die folgenden Bemerkungen werden zeigen, dass dieser ganz in derselben Weise existirt wie dort. An der Spitze steht auch hier Ahurô-mazdâo und nach der gewöhnlichen Sitte der Avestasprachen ist auch hier dieser Name noch nicht vollkommen zum Eigennamen verknöchert sondern beide Theile werden noch als nom. appell. gebraucht, so ahura in seiner gewöhnlichen Bedeutung „Herr" (XXIX, 2.) auch mazdâo soll, wenigstens der Tradition nach, „grosse Weisheit" bedeuten (XL, 1.) und nach der Etymologie ist diess sehr wohl möglich. Im Allgemeinen kann aber hier kein Zweifel sein, dass Ahura Mazda auch in der Gâthâs als oberster Gott bezeichnet werde. So finden wir ihn deutlich gedacht

XXXVII, 1. 2. und XLIII, 7, als Schöpfer der Thiere erscheint er XXIX, 2. XLVI, 3. auch L, 7 ist für die Schöpfungslehre interessant und zeigt, dass sich die Gâthâs diese ganz im Einklange mit den übrigen Schriften des Avesta dachten. Auch zeigt sich Ahura überall als einen persönlich gedachten Gott, XXIX, 2. 6. wird er sprechend eingeführt XXX, 11 gebend XXXIII, 2 ist von seinem Willen die Rede. Er erhält den Beinamen çpénista der Heiligste (XXXIII, 12) çévista der Nützlichste (XXXIII, 11.), viçpâ-hishaç der Allsehende (XLIV, 4.) ganz wie im übrigen Avesta (cf. besonders Yt. I, 2. 8.) An einer Stelle (XLVI, 2) heisst er der Vater der Reinheit und namentlich XLIV, 2. 3. 4. 6. 8. erscheint er durchaus persönlich. Von den zu ihm gehörenden Frauen ist XXXVIII, 2 die Rede, von seinem Reiche XXXI, 6 nach XXXI, 8 ist er der Vater des Vohu-mano und mit Augen zu erblicken. Nicht selten erscheint er aber auch unter dem Namen Çpeñtô mainyus, der vermehrende Geist, (XXX, 4. 5. XXXVI, 2.) und auch dann ist er, wie im übrigen Avesta, persönlich gedacht. Als persönlich gedachter Gott muss er natürlich seine Wohnung haben und so ist denn auch von dem Pfaden der Reinheit die Rede, an denen Ahura wohnt (XXXIII, 5. XLII, 3. LII, 2.) von den Welten welche er bewohnt (XLV, 16.), die Wohnung wird aber auch garô-dèmâna (L, 15) oder demânem garô (XLIV, 8. XLIX, 4) genannt, ein Name, denn sie auch sonst führt. An einigen Stellen (XXX, 9. XXXI, 4. XLIV, 1.) ist auch von den mazdâog̃hô im Plural die Rede, die Tradition will darunter beharrlich nur den Ahura Mazda verstehen, wogegen ich eher geneigt bin der Ahura Mazda mit Hinzunahme der Amescha-çpentas zu sehen. Auf keinen Fall dürfen wir in diesem Plural den Rest eines alten Polytheismus sehen, dazu ist die Stellung Ahuras auch in den Gâthâs zu bestimmt und allzu hervorragend.

Nächst Ahura-Mazda werden in den Gâthâs am meisten

die höchsten Götter nach ihm, die Amesha-çpeñtas, genannt. Auch bei ihnen tritt der Fall ein, dass ihre Namen bald als Abstracte bald als Concrete gebraucht werden. So auffallend uns dieser Gebrauch auch erscheinen mag, so ist er doch den Gâthâs nicht eigenthümlich sondern lässt sich mit leichter Mühe und in derselben Weise auch im übrigen Avesta nachweisen. Ich erinnere nur an den Haoma, der bekanntlich bald als Pflanze bald als Gott gedacht wird. So ist es auch mit den Amesha-çpeñtas und ich habe schon in der Einleitung zum dritten Bande meiner Avestaübersetzung Stellen namhaft gemacht, wo sich die Namen derselben als nom. appell. gebraucht finden. In den Gâthâs nun verschwimmen der persönliche und abstracte Begriff meist so ineinander, dass an vielen Stellen selbst die Uebersetzungen einheimischer Erklärer schwanken, ob sie diese Namen auf die eine oder die andere Art übersetzen sollen. Mit ihren Collectivnamen Amesha-speñtas werden meines Wissens diese Genien nur an einer Stelle (XXXIX, 8) in den Gâthâs bezeichnet, aber ihre Namen werden an mehreren Stellen so vollständig aufgezählt, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass sie auch schon in diesen Stücken als zusammengehörende Wesen erscheinen (cf. XXXIV, 1. 11. XXXVII, 9. fg. XLIV, 10. und besonders XLVI, 1.). Da an mehreren dieser Stellen, trotzdem dass von persönlichen Wesen die Rede ist, die Namen der Amesha-çpeñtas als Neutra behandelt werden (ganz so im übrigen Avesta cf. Yç. LVI, 10. 4.), so lässt sich daraus ermessen, wie wenig Gewicht auf die Persönlichkeit dieser Wesen gelegt wurde. — Unter den einzelnen dieser Genien steht nun Vôhu-manô oben an. Dass sein Name „guter Geist“ bedeute ist klar, so übersetzt ihn auch gewöhnlich Neriosengh, während die ältere Uebersetzung meist den Namen bloss umschreibt, jedoch XXVIII, 2 giebt sie ihn geradezu durch פראורונש. Rechtschaffenheit. Es ist mithin Vôhu-manô die gute Ge-

sinnung und es begreift sich, dass XXVIII, 1. khratus vag̃héus manag̃hô geradezu als der dem Menschen angeborene Verstand bezeichnet werden kann, man sieht, diese Erklärung ist derjenigen ziemlich ähnlich, welche uns Vd. XIX, 69 Vôhu-manô mit „Mensch" zu übersetzen lehrt. Aehnliche Stellen, wo Vôhu-manô als blosses Abstractum aufgefasst werden dürfte, sind noch XXIX, 11. XXXII, 2. XXXIV, 14. u. a. m. Daneben ist es aber ganz sicher, dass er auch als persönliches Wesen gedacht wird, z. B. XXVIII, 3. 5. 6. XXX, 8. und an vielen anderen Stellen; Ahura ist sein Vater (XXXI, 8. XLIV, 4.), Ahura befragt sich mit Vôhu-manô (XLVI, 3.) an einer Stelle wird sogar der das Vieh bildende Verstand durch Vôhu-manô erklärt (XXXI, 9.). Dass er, wie im übrigen Avesta, als der Herr der Geschöpfe betrachtet wird, erhellt aus verschiedenen Aeusserungen, so ist XXXIV, 3 von den Gütern die Rede, welche von Vôhu-manô gepflegt werden, XXXII, 9 von den Gütern des Vôhu-manô, XXXI, 21. von der Fülle des Vôhu-manô. Im übrigen Avesta wird der Garô-nemâna als die Wohnung des Vôhu-manô betrachtet, wo er nach Vd. XIX. 102 die ankommenden Seelen der Frommen bewillkommt, ganz so muss auch die Ansicht der Gâthâs sein, denn XXX, 10 ist von einer guten Wohnung des Vôhu-manô, XXXIV, 12 von den Pfaden, die Rede, welche dem Vôhu-manô eigen sind. Die Redensart yôi vag̃héus â manag̃hô skyêiñtî, welche mit Vôhu-manô zusammen wohnen, findet sich zuerst im Gâthâdialekte (XXXIX, 9) und ist von da erst in das übrige Avesta hinübergenommen worden und zwar sieht man aus der eben angeführten Stelle, dass die Amesha-çpeñtas gemeint sind, welche allerdings im Garô-nemâna wohnend gedacht werden. — Wie mit Vôhu-manô so verhält es sich mit seinem nächsten Nachfolger, dem Asha. Dass auch er in den Gâthâs vielfach in Abstractbedeutung vorkommt, lässt sich nicht leugnen und durch zahlreiche Stellen belegen (z. B. XXIX, 11,

XXXIII, 10.), Neriosengh übersetzt darum den Namen gewöhnlich durch dharma, Gesetz. Ebenso deutlich ist es aber auch, dass Asha in der Gâthâs ebensogut wie im übrigen Avesta, einen persönlichen Gott bezeichnet (cf. XXVIII, 3. 5. 7. 9. XXIX, 2. XXXI, 3. XLVII, 11. etc.). Von den Pfaden des Asha ist L, 13 die Rede. — Am wenigsten tritt der dritte der Amesha-çpeñtas, der Khshathra genannt wird, in den Gâthâs hervor, als Person tritt er meines Erachtens XXX, 7 und XLVII, 11 hervor, an andern Stellen bedeutet der Ausdruck bloss „Reich" (XXIX, 11. XXXII, 2. XLIII, 6. 7.), an vielen Stellen ist das Wort wohl doppelsinnig cf. XXVIII, 3. XXX, 7. 8. XXXIII, 10. — Ebenso verhält es sich mit dem vierten Amesha-çpeñta, der Ârmaiti. Dass das Wort auch „Weisheit" bedeute, kann nicht zweifelhaft sein cf. XXXII, 2. XXXIV, 9. 10. 11. XXXVIII, 4, (an letzter Stelle steht es sogar im Plural), dann mehreremale in c. XLVI und XLVII, 11. Ebenso gewiss wird aber auch Ârmaiti als weiblicher Genius dargestellt (XLIV, 4.), XLVI, 2. ist von den Händen der Ârmaiti die Rede, Stellen wie XXVIII, 3. 7. XXX, 7. XXXI, 9. XXXIII, 11. sprechen auch für ihre persönliche Auffassung. — Dieselbe Darstellung finden wir nun auch wieder bei den beiden letzten der Amesha-çpeñtas, dem Haurvat und Ameretât, welche stets zusammen genannt werden (XXXI, 6. 21. XLIII, 17. 18. XLIV, 5. XLVI, 1. L, 7.) und mit den materiellen Genüssen des Essens und Trinkens in Verbindung stehen in XXXII, 5 (wo hujyâiti wol für haurvat steht) XXXIII, 8, XXXIV, 11. Es scheint, dass diese beiden Genien auch unter dem Namen fçeratu zusammengestellt werden können (XXXIX, 15. L, 3.)

Die oberste Reihe der Genien ist also in den Gâthâs ganz dieselbe wie im übrigen Avesta und wird hier in derselben Weise gedacht wie dort. Eben dasselbe lässt sich auch von den übrigen himmlischen Wesen sagen, wenn auch

Manche nur selten, Andere gar nicht in diesen Liedern vorkommen. Der Name yazata findet sich meines Wissens nur ein einziges Mal (XLI, 6.). Von den übrigen Genien wird namentlich das Feuer öfter erwähnt und, wie im übrigen Avesta, in genaue Beziehung zu Ahura gesetzt und XXXVI, 9 darf man das Wort „Sohn" wol unbedenklich ergänzen. Damit steht im Einklange, dass es in der Anrede an Ahura öfter als „Dein Feuer" bezeichnet wird cf. XXXIV, 4. XLII, 4. 9. XXXI, 19. Auch mit Asha, der ja gewöhnlich für den Genius des Feuers gilt, finden wir es in Beziehung gesetzt XXXI, 3. XXXIV, 4. als Beschützer des Zarathustra erscheint es XLV, 7. Das ganze C. XXXVI handelt von seiner Anrufung und dort wird auch schon auf die im übrigen Avesta vorkommenden Beinamen desselben, çpénista und urvâzista, Bezug genommen. Ueber die Beziehung des Feuers zum jüngsten Gerichte werden wir später bei der Auferstehungslehre zu sprechen haben. — Das Wasser (apô) findet sich XXXVIII, 7 flg. angerufen, schon Windischmann (Zoroast. Studien p. 99.) hat darauf hingewiesen in wie naher Beziehung die dortige Aufzählung zu der des Bundehesch steht. Die Stierseele (géus urvâ) finden wir in C. XXIX gleichfalls in strenger Uebereinstimmung mit dem Bundehesch besprochen und XXXIX, 1 wird die Stierseele dem Stierleibe entgegengesetzt, aus leicht begreiflichen Gründen, wenn man die parsische Kosmogonie kennt, denn aus dem Stierleibe sind Pflanzen und Kräuter geschaffen und über die hat Géus urvâ zu wachen. Den Mithra finden wir in dem Gâthâs nicht, doch kommt wenigstens das Wort vor, denn unter mithrôibyô (XLV, 4.) können nur die Verträge nicht aber der sie beschützende Gott verstanden werden, wie die Uebersetzungen meinen. Die mit dem Mithra enge verbundene Pareñdi findet sich einmal (XXXVIII, 6.) erwähnt. Çraosha findet sich mehrfach, aber nur XXVIII, 5. scheint damit wirklich ein Gott bezeichnet zu sein, an

den Stellen XXXIII, 5. XLIII, 16, XLIV, 5. XLV, 17 ist es wol nom. appell. in der auch im gewöhnlichen Dialekte bekannte Bedeutung„ Gehör, Gehorsam," ebenso XLII, 12, nur dass dort ein bestimmter Gehorsam, der des Königs Vîstâçpa, gemeint zu sein scheint, die Fravashis werden nur an einer Stelle (XXXVII, 8.) genannt.

Der Gegensatz gegen die Schöpfung des Guten ist in den Gâthâs gleichfalls vollkommen nachweisbar, doch müssen wir uns hier, bei dem kärglichen Material, das uns zu Gebote steht, noch mehr mit blosen Andeutungen begnügen als in den übrigen Schriften des Avesta. Von zwei entgegengesetzten himmlischen Wesen (mainyû) wird bestimmt XXX, 3. 4. XLIV, 2. gesprochen. Den Namen Agrô-mainyus, der schlagende Geist, mit dem er sonst gewöhnlich den Çpeñto-mainyus, dem vermehrenden Geiste, entgegengesetzt wird, führt er in den Gâthâs blos einmal XLIV, 2., sonst wird er gewöhnlich der schlechteste (acistô) Geist genannt oder auch böser Geist (dregvâo mainyus XXX, 5. XLVI, 4.) auch acistem manô (XXX, 6.) akô mainyus (XXXII, 5.) selbst unter akem manô (XXXII, 5. XLVI, 5.) scheint der oberste der bösen Geister, und nicht der zweite derselben gemeint zu sein, welcher sonst gewöhnlich dem Vôhu-manô entgegengesetzt wird. Die Daêvas als Klasse der bösen Wesen sind den Gâthâs gleichfalls bekannt (XXIX, 4. XXX, 6. XXXII, 3. XLIII, 20. XLIV, 11. XLVII, 1. XLVIII, 4.), nach XXXII, 8. sind sie Abkömmlinge des Akô-manô. Auch die Drujas werden öfter genannt (XXX, 8. 10. XXXI, 1. 4. XXXII, 3. XLIII, 13. 14. XLV, 6. 11. XLVII, 1. L. 10. LII, 6.) persönlich aber wird nur Aêshema hervorgehoben (XXIX, 2. XXX, 6.) der in Avesta sonst als Gegner des Çraosha erscheint, in den Gâthâs aber auch öfter abstract in der Bedeutung „Zorn" aufzufassen ist (XXIX, 1. XLVII, 7. 12. XLVIII, 4.). Im Gegensatze zu dem Garô-demâna, der Wohnung Ahuras und seiner Geister, haben auch die bösen

Geister eine besondere Wohnung, die in den Gâthâs unter dem Namen drujô-demâna, die Wohnung der Drujas, erscheint (XLV, 11. L, 14.)

Wie mit der geistigen Welt so ist es auch mit der bekörperten. Der Reine wird auch hier mit dem Namen ashavâ bezeichnet und dem dregvâo (was nur lautlich von drvat des gewöhnlichen Dialectes unterschieden ist) entgegengestellt) z. B. XXX, 4.). Das Benehmen des Reinen ist offenbar nach denselben Grundsätzen geregelt wie im übrigen Avesta, von der Reinheit in Gedanken, Worten und Handlungen ist ausdrücklich die Rede (XXX, 3. XXXVI, 13. und ähnlich XLVII, 4.). Den Ackerbau empfehlen verschiedene Stellen (XLV, 4. 5, XLVI, 3. XLVII, 5. L, 14.). Auch die Verehrung der Genien wird in derselben Weise geübt wie im übrigen Avesta, es ist oft genug von Opfern die Rede (yaçna XXXIII, 8. XXXIV, 6. 12. XXXV, 27. XLIV, 10. XLIX, 9. LII, 2.) von Preis (vahma XXXV, 20. XLI, 1. XLIV, 6. 7. LII, 2.) von Opfermahlzeiten (myazda XXXIV, 3.) von Festen oder Broten (draona XXXIII, 8.). Der Opferpriester wird ausdrücklich erwähnt (zaotâ XXXIII, 6.). Ebenso ist das Gesetz (daênâ) ein den Gâthâs sehr geläufiger Ausdruck (cf. XXXIII, 13. XXXIV, 13. XL, 3. XLIII, 10. XLIV, 2 u. s. w.), wir hören von Man'thras (XLIII, 14. 17. XLIV, 3. XLIX, 6. L, 8.) ebenso von Man'thrasängern (XLIX, 5. XLI, 12.) von Preisgebeten (çtaotâ XXX, 1. çtaotâ yaçnyâ XXXV, 27 vergl. auch den Ausdruck çtaomî ufyâcâ XLII, 8 und çravâo XXXIV, 15.) ganz wie im übrigen Avesta. Dass unter diesen Umständen es Priester gegeben haben müsse, lässt sich mit aller Bestimmtheit schliessen, selbst wenn der Zâota nicht ausdrücklich erwähnt würde. (Die Stelle XLI, 34 ziehen wir absichtlich nicht hieher, da sie vielleicht später ist). Das Wort ratu finden wir XLII, 6. XLIII, 16. gebraucht und nach der ziemlich wahrscheinlichen Tradition haben wir unter déñg-paitî (XLIV,

11.) den Deçtûr zu verstehen. Vom Glauben (varena) ist öfter die Rede (XLIV, 2. XLVIII, 3.) ihm gegenüber steht das Herkommen (ṭkaêsha) wie auch sonst im Avesta (XLVIII, 2. 3.), dass die Menschen von den Verfassern der Gâthâs als aus Leib, Seele und Lebenskraft bestehend gedacht wurden, ganz wie im übrigen Avesta, erhellt aus Stellen wie XXXI, 11. XXXVII, 7. Von den Seelen (urvânô) der Menschen ist überhaupt öfter die Rede ((XLIV, 2. XLVIII, 10. XLIX, 1.). Das Gericht der Seele nach dem Tode kennen die Gâthâs gleichfalls, wie man aus der mehrfachen Erwähnung der Brück Cinvaṭ sieht (XLV, 10. 11. L, 13.). Die Guten kommen zu Vôhu-manô (XXX, 10.) oder zu Ahura (XXXIII, 5.). Aber mit den guten Wesen sind auch die Bösen gemischt und diese spielen in den Gâthâs eine sehr hervorragende Rolle, es geht aus ihnen unzweideutig hervor, dass die Mazdayaçnier nicht im alleinigen Besitz des Landes waren, das sie bewohnten. Dieser Zustand ist nicht allein den Gâthâs eigenthümlich, er tritt auch im übrigen Avesta hervor (cf. z. B. Vd. VII, 95 fg. Yt. 5, 94.) in den Gâthâs ist er jedoch besonders bemerklich. Der Schlechte nimmt Theil an dieser Welt und zwar gegen den Willen Ahuras (XLVI, 5. XLIX, 3.) und diese Schlechten werden als Ketzer, als Blinde und Taube in Sachen des Gesetzes, dargestellt. Diese Blinden und Tauben werden zwar auch im übrigen Avesta oft genug erwähnt (Yç. IX, 61. Yt. 5, 13. 13, 135.) in den Gâthâs aber etwas ausführlicher besprochen. Die Hauptstelle ist XXXII, 12. 14. 15, aber sie ist sehr dunkel, man sieht jedoch, dass der Hauptvorwurf, der den Ungläubigen gemacht wird, die Bestechlichkeit ist und dass sie das Tödten des Viehes lehren. Sie werden mehrfach angeklagt, dass sie die Welt zu tödten streben (XLV, 11.) nach XLV, 1 sind sie die Beherrscher der Gegend, XLV, 11. heisst es, dass sie sich zu Reichen einigen, doch lege ich auf diese aus C. XLV entnommenen Zeugnisse wenig Ge-

wicht, da sich der Sänger dieses Liedes mitten in die Zarathustrasage gestellt hat und man daher nicht weiss in wie weit die Zustände, auf welche er anspielt, wirkliche sind. Die Erwähnung der wahrscheinlich auch in diese Classe gehörigen Uçikhscâ (XLIII, 20) Kevînô und Vaêpayô (L, 12) ist zu kurz, als dass sich etwas Weiteres daraus schliesen liese, ebenso was über den ketzerischen Hunustâ (L, 10) gesagt wird. Das übrigens das Schicksal der Bösen nach dem Tode ein trauriges sein werde, dass sie ihrer Sünden wegen Strafe erdulden müssen, wissen auch die Gâthâs und sagen es an mehreren Orten (XXXI, 20. XLVIII, 11.), an beiden Stellen wird auch die schlechte Speise betont, welche sie dort erhalten (was wieder ganz mit den Aussagen des übrigen Avesta stimmt cf. Yt. 22, 35. 36.), an der letzten Stelle wird auch gesagt, dass sie in der Wohnung des Drujas bleiben müssen. Von den mythischen Heroen, welche das übrige Avesta kennt, kommt in den Gâthâs nur Yima vor und dieser nur an einigen Stellen, aber die Mythe auf welche dort angespielt wird kennen wir zur Genüge (cf. Windischmann Zoroastrische Studien p. 26.). Ausserdem ist es nur die Zarathustrasage und die mit ihr in Verbindung stehenden Persönlichkeiten, auf welche in den Gâthâs wiederholt angespielt wird, aber auch in diesen Angaben kann ich durchaus nichts finden, was nicht in den übrigen Theilen des Avesta seine Parallele fände. Dass dort die Persönlichkeit des Zarathustra bereits eine mythische sei, wird nach den Zeugnissen, die ich im dritten Bande meiner Avestaübersetzung p. LXXI flg. zusammengestellt habe, wol nicht leicht Jemand bezweifeln. In den Gâthâs ist nun aber Zarathustra nicht weniger mythisch, diess zeigt z. B. seine Erwähnung XXIX, 8, wo seine Seele, ganz in Uebereinstimmung mit der im Bundehesch ausgeführten Erzählung, dem Géus-urvâ gezeigt wird und die ganze Scene im Himmel spielt; eine nicht viel andere Bewandtniss muss es mit

der Stelle L, 11 haben, obwol sie nicht ganz klar ist. Man hat ein grosses Gewicht darauf gelegt, dass Zarathustra in den Gâthâs öfter von sich in der ersten Person spricht und hat daraus geschlossen, dass solche Strophen von Zarathustra selbst herrühren müssten. Abgesehen davon, dass es auch in den übrigen Theilen des Avesta nicht unerhört ist, dass Zarathustra von sich in der ersten Person spricht (cf. Yç. VIII, 15.), so scheint mir auch gerade der Charakter der Stücke, in welchen Zarathustra redend eingeführt wird, eine solche Annahme unmöglich zu machen. Wollte man den historischen Zarathustra als den Sprecher betrachten, so müsste man eben geradezu die Zarathustralegende als Geschichte auffassen. Die Lieder, in welchen Zarathustra von sich in der ersten Person spricht (Cap. XLII, XLIII, XLIV, XLV), lassen sich alle an bestimmte Stellen in die Zarathustralegende einfügen, die beiden ersten Capitel spielen in der Zeit als Zarathustra im Himmel ist um sich mit Ahura-Mazda zu unterreden, das dritte nach seiner Rückkunft von da auf die Erde, das letzte enthält endlich ganz in Uebereinstimmung mit der spätern Zarathustralegende die Klage des Religionsstifters an Ahura-Mazda, dass er auf der Welt weder Anklang noch Schutz finde und die Frage, in welches Land er gehen solle, wohin er sich zu wenden habe, auf welche Frage ihm denn auch Ahura die Antwort ertheilt (XLV, 14.). Sonst wird von Zarathustra in den Gâthâs auch in der dritten Person gesprochen (XXIX, 8. XXXIII, 14. XLVIII, 12. XLIX, 6. L, 15. LII, 1.), wiewol ich glaube, dass ebensowol nach der Ansicht der Sänger als nach der Ansicht der heutigen Parsen Zarathustra als der Verfasser der Gâthâs gelten soll. Was wir in den Gâthâs sonst noch von den Lebensverhältnissen Zarathustras hören, stimmt gleichfalls ganz und gar zu der Zarathustralegende. Er scheint als Çpitâmô Zarathustrô (XXIX, 8. XLV, 13. LII, 2.) und dass man das Wort Çpitama

schon damals als Eigennamen auffasste, zeigt der Umstand, dass auch seine Tochter den Namen Çpitâmî führt (LII, 3.) und dass im Plural von den Çpitamâoghô die Rede ist (XLV, 15.). Der Name eines andern Vorfahren des Zarathustra, Haêcat-açpa, erscheint gleichfalls XLV, 15. und LII, 2 erhält die Tochter des Zarathustra den Namen haecat-açpânâ d. i. Nachkomme des Haêcat-açpa. Der eigentliche Name aber der in den Gâthâs genannten Tochter des Zarathustra ist Pôuruciçtâ, unter diesem Namen erscheint sie auch sonst im Avesta (cf. Yt. 13, 139.). Der Oheim und erste Schüler des Zarathustra war Maidhyômâogha, wir kennen ihn aus L, 19. aber auch Yt. 13, 95. 106. wird er erwähnt. Die beiden Gönner Zarathustras, Jâmâçpa und Frashaostra führen im übrigen Avesta den Familiennamen Hvôva, in den Gâthâs heissen sie mit unbedeutendem dialectischen Unterschied Hvôgva, so wird XLV, 17. L, 18 Jâmâçpa, XLV, 16 Frashaostra genannt, der erstere, der Minister des Königs Vîstaçpa, erscheint in den Gâthâs unter dem Namen Déjâmâçpa, d. i. der weise Jâmâçpa (XLV, 17. XLVIII, 9. L, 18.) sein Bruder kommt auch öfter vor (XXVIII, 7. XLV, 16. XLVIII, 8. L, 17. LII, 2.). Nach der Legende hat bekanntlich Zarathustra eine Tochter des Frashaostra geheirathet, auch auf dieses Ereigniss scheint L, 17 angespielt zu werden. So dürfen wir denn unbedenklich den Satz aussprechen, dass sich die Sänger der Gâthâs den Zarathustra ebenso vorgestellt haben als die Verfasser der übrigen Theile des Avesta.

Was nun zuletzt das Ende der sichtbaren Welt betrifft, so lassen uns die Gâthâs auch hier nicht im Zweifel, dass sie den Eintritt desselben ganz in der nämlichen Weise erwarten wie die übrigen Bücher des Avesta, dass sie zu dieser Zeit nämlich einen Kampf zwischen den beiden Principien eintreten lassen, der mit Vernichtung des bösen Princips endigt. Eine Anspielung auf die Auferstehung enthält wol

schon XXVIII, 5.. gewiss XXX, 8 flg., namentlich ist der Ausdruck frashém kere ahûm (XXX, 9. XXXIV, 15.) wol zu beachten (über ihn vergl. Windischmann Zor. Studien p. 237.). Redensarten wie dàmôis urvaêçê apémê bei der letzten Wendung der Schöpfung (XLII, 5) apémê ag̃héus urvaêçê bei der letzten Wendung der Welt (L, 6) oder ag̃héus apémem der Ende der Welt (XLIV, 3) müssen hieher gezogen werden. Ganz deutlich ist XLIII, 15 von dem Kampfe der beiden Heere die Rede und wenn in den Gâthâs öfter „die beiden Kämpfer" vorkommen (XXXI, 3. L, 9.), so ist damit wahrscheinlich Ahura-mazda und Ag̃rô-Mainyus gemeint, wenigstens dürfte der Ausdruck auf die Zeit von den letzten Dingen zu beziehen sein. Ebenso wird bestimmt und in Uebereinstimmung mit dem Bundehesch darauf hingewiesen, dass die letzte Entscheidung durch Feuer stattfinden werde (cf. XXXI, 3. 19. XXXIV, 4. XLVI, 6. L, 9.). Unter diesen Umständen wird man auch keinen Anstand nehmen dürfen unter den öfter genannten Çaoshyañtas dasselbe zu verstehen, was in spätern Parsenbüchern darunter verstanden wird (cf. XXXIV, 13. XLIV, 11. XLV, 3.) nämlich diejenigen, welche künftig bei der Auferstehung hülfreich sein werden. Dem steht auch nicht entgegen, wenn an einigen Stellen von noch lebenden Çaoshyañtas die Rede ist (cf. XLVII, 9. 12.)

Wir sind in Verlegenheit, wenn wir neben so vielem Identischen, das die Gâthâs mit dem übrigen Avesta gemein haben, nun auch Einiges nennen sollen, was ihnen eigenthümlich ist. Die Zahl solcher Eigenthümlichkeiten ist verschwindend klein. Ausser den beiden Arten von Ketzern, den Vaêpayô und Hunustâ, von welchen bereits die Rede gewesen ist, können wir einige dunkle Ausdrücke nennen wie das dunkle urvâtâ (XXX, 11. XXXI, 1 etc.) arethâ (XXXIII, 8. XLIII, 5), die nach der Tradition den Avestatext nebst der dazu gehörigen Erklärung bedeuten sollen, wir können

nicht sagen, ob diese Angabe richtig ist oder nicht. So müssen auch die Ausdrücke maga (L, 11.) mazô maga (XXIX, 11. XLV, 14.), magavan (L, 15.) etwas Grosses und Gutes bezeichnen, wenn uns auch nicht recht deutlich wird, was das eigentlich ist. Uebrigens darf man auch nicht vergessen, dass damit, dass diese genannten Ausdrücke in den übrigen Schriften des Avesta nicht vorkommen, noch lange nicht erwiesen ist, dass sie den Gâthâs wirklich eigenthümlich sind. Wie dem auch sei, daran glauben wir festhalten zu dürfen, dass eine nahezu vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Gâthâs und den übrigen Schriften des Avesta existirt und namentlich gar nichts für die Annahme spricht, dass der religiöse Standpunkt der Verfasser der Gâthâs ein vom übrigen Avesta verschiedener sei.

Nach diesem Allen werden wir uns bezüglich der Gâthâs zu der Annahme Westergaards bekennen müssen; dass zwischen den Gâthâs und den übrigen Stücken des Avesta nicht sowol ein Unterschied der Zeit als des Ortes geltend gemacht werden müsse. Wie es sich aber auch mit dem Alter der einzelnen Fragmente verhalten möge, aus denen das Avesta zusammengesetzt ist, das wird man zugeben müssen, dass die Redactoren des Buches nur aus solchen Werken etwas entnommen haben, welche die gleiche religiöse Anschauung theilten. Das Avesta bildet in seiner Gesammtheit ein mit den übrigen Traditionen der Perser, wie wir sie bei Firdosi u. A. finden, schön zusammenstimmendes Ganze und befindet sich andererseits auch im schönsten Einklange mit den Nachrichten, welche uns die Griechen von den Verhältnissen des alten persischen Reiches geben und die Ergebnisse, welche sich aus der Vergleichung dieser drei Gattungen an Urkunden gewinnen lassen, sind noch lange nicht erschöpft. Fragen wir nun nach dem Alter dieser Berichte, so lässt sich bis jetzt mit Sicherheit nur so viel sagen, dass in den Zeiten des ersten Darius die Verhält-

nisse schon so bestanden, wie wir sie aus dem Avesta kennen lernen. Windischmann hat (Zoroast. Studien p. 121 flg.) genügend erwiesen, dass die religiösen Verhältnisse wie sie uns der Avesta schildert in den Keilinschriften des Darius schon in derselben Weise vorkommen und es ist die höchste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass diese Verhältnisse nicht damals erst entstanden, sondern bereits einige Jahrhunderte alt waren. Für entferntere Zeiten werden aber aus dem Avesta nur wenige sichere Schlüsse gezogen werden können und wir werden abwarten müssen, welche neuen Aufklärungen die verwickelten Arten der Keilinschriften bringen, deren Entzifferung eben jetzt im erfreulichen Fortschreiten begriffen ist.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 9. Juni 1866.

Herr Aug. Vogel jun. trägt vor:

„Beobachtungen über Torfverkohlung."

(Mit Zeichnungen).

Bei den von Jahr zu Jahr sich steigerndem Verbrauche von Holzkohlen, wodurch nach und nach auch die dichtesten Wälder eine bedenkliche Lichtung erfahren, hat man in neuester Zeit sich wieder mit besonderem Eifer der schon früher versuchten aber theilweise wieder aufgegebenen Verwendung von Torfkohle zum Eisenhüttenprocess zugewendet. Die Bereitung von Torfkohle ist bekanntlich eine deutsche

Erfindung und wenn man von den ersten ziemlich verunglückten Versuchen absieht, so ist es vorzugsweise Bayern, wo zuerst die Verwendung von Torfkohle zum Hochofenprocesse im grösseren Maasstabe stattfand.

Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit erwähnt,[1]) dass die Torfverkohlung nach einem zuerst in Bayern ausgeführten Verfahren neuester Zeit auch in England Beachtung gefunden habe; auf den Werken der Condensed Peat Company wird gegenwärtig nach einem ähnlichen Verfahren eine Torfkohle bereitet, welche durch ihre Härte und Dichtigkeit für den Schmelzprocess und andere Operationen der besten Holzkohle ganz gleichsteht, ja derselben in mancher Hinsicht noch vorzuziehen sein dürfte. Ihre Eigenschaften haben sich im Hochofenbetriebe in durchaus entsprechender Weise bewährt; grosse Massen von Torfkohleneisen sind damit jetzt schon hergestellt worden, das dem besten schwedischen Eisen in seiner Qualität ganz gleichsteht.

Die Erfahrungen, die man bei der Verwandlung des Torfes in Kohle gesammelt hat, sind hiernach bis jetzt schon sehr zahlreich; wir wissen, dass der Torf bei der Verkohlung manche Vortheile gewährt, die das Holz nicht besitzt, z. B. die regelmässige Form der Stücke u. a. Als eine wesentliche Bedingung des Gelingens der Torfverkohlung ist die möglichste Trockenheit des Torfes, welche eine künstliche Trocknung nothwendig macht, erkannt worden. Kömmt der Torf zu feucht zur Verkohlung, so wird durch die grosse Menge des Wasserdampfes ein Verlust an Kohlenstoff entstehen, ja die Verbrennung kann dadurch, wenigstens bei der Meilerverkohlung, unter Umständen ganz unterbrochen werden. Die geringe Ausbeute an Kohle, wie sie frühere Versuche bei der Meilerverkohlung des Torfes ergeben haben, wobei durchschnittlich nur 25 bis 27 % Kohle er-

1) Akadem. Sitzungsber. 18. Nov. 1865.

halten wurden, hängt wohl mit der nicht genug berücksichtigten Feuchtigkeit des Torfes zusammen.

Unter allen Umständen würde durch die Verkohlung eines zu feuchten Torfes, sogar nach einem ganz entsprechenden Verkohlungssystem, stets nur eine in kleine Fragmente zerrissene Torfkohle erhalten werden.

Wir wissen ferner, dass die Beschaffenheit der Torfkohle mit der Beschaffenheit der zur Verkohlung verwendeten Torfsorte im nahen Zusammenhange stehe; eine harte consistente Torfsorte, wie sie durch Maschinenbearbeitung erhalten wird, gibt selbstverständlich eine härtere Kohle, als eine lockere Torfsorte, ähnlich wie diess auch mit den verschiedenen zur Verkohlung verwendeten Holzarten der Fall ist. Bei der Verkohlung des Maschinentorfes tritt auch der wohl zu berücksichtigende Umstand ein, dass zur Herstellung einer als Heizmaterial brauchbaren Torfkohle es nicht ausreichend erscheint, einen möglichst harten und compakten Torf anzuwenden, sondern dass es ausserdem nothwendig ist, nur solche Torfsorten zu wählen, welche sich beim Erhitzen nicht in Schichten abblättern; durch dieses blättrige Gefüge ist z. B. mancher im Uebrigen ganz brauchbare Presstorf zur Verkohlung ganz und gar ungeeignet.

Wenn nun einerseits unsere Kenntnisse der Torfverkohlung nach den gemachten praktischen Erfahrungen schon weit gediehen sind, so bleibt doch andererseits auf diesem Gebiete noch manche Lücke in theoretischer und praktischer Beziehung auszufüllen, namentlich in Hinsicht der Verkohlung bei verschiedenen Temperaturen. Für die Darstellung der Holzkohle, namentlich in Betreff der Kohlendarstellung für die Pulverfabrikation, besitzen wir in der umfassenden Untersuchung Violette's [2]) eine den Gegenstand erschöpfende Arbeit und es erschien mir wünschenswerth, eine ähnliche Versuchs-

2) Dingler's polytechn. Journ. B. 128. S. 117.

reihe auch auf den Torf auszudehnen, namentlich dessen Verhalten bei verschieden gesteigerten Temperaturen kennen zu lernen.

Meine Versuchsreihe in dieser Beziehung umfasst folgende Punkte:

1) Die Bestimmung des Temperaturgrades der beginnenden Torfverkohlung.

2) Die quantitative Bestimmung der Kohlenausbeute von der niedrigsten Temperatur bis zu der am höchsten gesteigerten.

3) Untersuchung der bei verschiedenen Temparaturgraden erhaltenen Kohlensorten nach ihrem physikalischen und chemischen Verhalten.

4) Anwendung der Erfahrungen auf die Torfverkohlung im Grossen.

5) Trocknung des Torfes als Vorbereitung zur Verkohlung.

1) Bestimmung des Temperaturgrades der beginnenden Torfverkohlung.

Es war vor Allem nothwendig, zu diesen und den im Folgenden zu beschreibenden Versuchen eine Torfsorte zu wählen, welche eine compakte, sich nicht blätternde Kohle ergibt; es eignen sich daher hiezu ganz besonders diejenigen Hochmoortorfe, welche nach dem bekannten Staltacher Verfahren oder einem ähnlichen in ein ganz festes sehr consistentes Torfpräparat verwandelt worden sind. Die zu meinen Verkohlungsversuchen verwendete Torfsorte war daher durchgehends künstlich getrockneter Maschinentorf aus einem Hochmoore. Die zu meinen Versuchen dienenden Stücke waren von gleichmässiger Consistenz und Härte, so dass sie mit der Laubsäge in reguläre Stücke zerschnitten werden konnten. Das Gewicht des einzelnen Stückes betrug 25 bis 30 grmm. Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes war ein läng-

liches Stück auf das Genaueste mit dem Millimeter-Maassstab abgemessen worden; 28 C.C. wogen 21,72 grmm., woraus sich das specifische Gewicht zu 0,77 ergibt. Nach wiederholten Bestimmungen stellt sich das specifische Gewicht durchschnittlich zwischen 0,68 und 0,78 heraus.

Der Wassergehalt des Torfes beträgt nach Trockenbestimmungen bei 100° C. im Luftstrome zwischen 9 und 10 Proc., bei 100° C. getrocknete Torfstücke wurden 1 Stunde lang unter Ueberleiten eines Luftstromes im Paraffinbade bei 150° C. erhalten, ohne dass ein wesentlicher Unterschied im Gewichte bemerkbar geworden wäre. Der Gewichtsverlust betrug kaum 1/4 Procent. Ich will hier schon bemerken, dass zur vollständigen Trocknung des Torfes ohne Luftstrom allerdings eine Temperatur von 150° C. nothwendig ist, bei gleichzeitiger Anwendung eines durch Schwefelsäure getrockneten Luftstromes aber die länger anhaltende Temperatur von 100° C. ausreichend erscheint. Im letzten Abschnitte dieser Arbeit werde ich den befördernden Einfluss der Ventilation auf das Trocknen durch spezielle Versuche nachzuweisen Gelegenheit haben.

Ein länglich geschnittenes gewogenes Stück Torf wurde in ein Glasrohr von schwer schmelzbarem Glase gebracht und letzteres hierauf in eine Spitze ausgezogen. Nachdem das Glasrohr in ein Paraffinbad eingesetzt war, so dass das Torfstück seiner ganzen Länge nach vom schmelzenden Paraffin bedeckt war, geschah die Erhitzung des Paraffin's über einer Gasflamme, wobei die Temperatur durch ein in dem Paraffinbade befestigtes Thermometer abgelesen werden konnte. Durch einen Thermostaten sehr einfacher Construction konnte die Temperatur von 230° C. während einer Stunde mit Leichtigkeit stabil erhalten werden. Bei dieser Temperatur trat an dem Torfe keine sichtbare Veränderung ein, weder eine Schwärzung, noch ein Ansatz von flüssigen gefärbten Destillationsprodukten an dem in eine Spitze aus-

gezogenen Theile des Glasrohres, nachdem das hygroskopische Wasser verflüchtigt war. Doch hatte der Torf offenbar auch bei dieser Temperatur schon eine Veränderung erfahren, wie sich aus dem Vergleiche der Gewichtsbestimmungen vor und nach dem Erhitzen ergiebt.

	Torf vor dem Erhitzen.	Torf nach dem Erhitzen bei 230° C.	Rückstand in Proc.
I.	21,15	15,58	73,6
II.	25,01	17,80	71,2

Die Durchschnittszahl dieser beiden Versuche ergiebt 72,4 Proc. Rückstand oder 27,6 Proc. Gewichtsverlust. Bringt man nun 10 Procent Wasser, welche der Torf ursprünglich enthalten und während der Erhitzung natürlich verloren hat, in Abrechnung, so bleibt immerhin noch ein Gewichtsverlust von 17,6 Proc. Der Torf erfährt somit schon bei der Temperatur 230° C. eine theilweise Zersetzung, obschon keine äusserlich wahrnehmbare Veränderung an demselben vorgeht, wenn man nicht annehmen will — was übrigens nicht wahrscheinlich ist, — dass 17,6 Proc. Wasser vom Torfe mit ungewöhnlicher Energie auch bei 150° C. zurückgehalten und erst bei einer weit höheren Temperatur abgegeben werden.

In einem weiteren Versuche wurde das Paraffinbad auf 240° C. erhitzt; hiebei wurde eine sichtbare Veränderung des Torfes bemerkbar, indem sich ein deutlicher den Destillationsprodukten des Torfes charakteristischer Geruch entwickelte und sich an dem kälteren Theile des in eine Spitze ausgezogenen Rohres Tropfen eines flüssigen braungelblich gefärbten Destillationsproduktes ansetzten. Zugleich färbte sich der Torf oberflächlich schwarz, ohne dass es jedoch möglich war auch bei einer längeren Dauer dieser Temperatur eine durchdringende Verkohlung bei dieser De-

stillationsvorrichtung zu erzielen. Erst bei einer gegen 260° C. gesteigerten Temperatur gelang es, eine ins Innere des Torfstückes eingehende Verkohlung zu erreichen.

Als Resultat dieser Versuche ergiebt sich, dass bei 240° C. die theilweise Verkohlung des Torfes beginnt, dass indess diese Temperatur bei der gewöhnlichen Destillationsvorrichtung nicht hinreicht für eine vollständige Verkohlung des Torfes. Die Zersetzung des Torfes geht bei einer etwas niedrigerern Temperatur vor sich, wie ich in der Folge zeigen werde, bei der Anwendung einer Verkohlungsvorrichtung, wobei sauerstofffreie Luft über den erhitzten Torf geleitet werden kann.

Vergleicht man mit diesen Resultaten die von Violette erhaltenen Zahlen über Holzverkohlung, so ergiebt sich, dass das Holz schon bei einer tieferen Temperatur, als der Torf, sich zu schwärzen beginnt, durchschnittlich bei 210° C. Absolut trockner Torf giebt bei 230° C. erhitzt einen Rückstand von 80 Proc., Holz schon bei 190° C. die gleiche Menge. Die vollständige Verkohlung des Holzes beginnt indess wie beim Torfe erst bei einer Temperatur über 260° C.

2) Ertrag an Kohlen bei verschiedenen Temperaturen.

Da das unter 260° C. erhaltene Torfverkohlungsprodukt nicht als wirkliche Kohle, wenigstens nicht als verkäufliches Kohlenmaterial betrachtet werden kann, so beginnen die eigentlichen Verkohlungsversuche erst mit einer die genannte Temperatur übersteigenden Erhitzung. Die Anwendung der verschiedenen Temperaturen geschah nach folgender Steigerung:

I. Schmelzendes Zinn
II. „ Blei
III. „ Zink
IV. Bunsen'scher Gasbrenner
V. Gebläse.

Die Metallbäder waren in der Weise eingerichtet, dass in geräumigen Kohlentiegeln die betreffenden Metalle über Kohlenfeuer zum Schmelzen gebracht und schmelzend erhalten wurden unter möglichst gleichmässiger Regulirung der Temperatur. Diess gelingt am leichtesten durch öfteres Abnehmen des Tiegels vom Feuer bis zur beginnenden Krustenbildung an der Oberfläche und durch Zusatz neuer ungeschmolzener Stücke des Metalles. Die mit gewogenen Torfstücken gefüllten Glasrohre waren in der Art in den Metallbädern befestigt, dass sie den Boden der Tiegel nicht berührten und von allen Seiten frei von dem schmelzenden Metalle umgeben waren. In dem Zinkbade war es nothwendig, das Glasrohr mit einer Kapsel von Eisenblech zu umgeben. Zur Darstellung der Kohle im Gebläse musste das Glasrohr mit dünnem Platinblech ausgelegt werden, um das Anschmelzen des Glases an der Kohle zu verhindern. Nach Vollendung des Versuches wurde stets die Spitze des Glasrohres zugeschmolzen; die Wägung der Kohlenstücke geschah unmittelbar nach dem Abkühlen in einem tarirten wohlverschlossenen Glasrohre.

Was die Dauer der Einwirkung der verschiedenen Verkohlungstemperaturen betrifft, so betrug sie in den Metallbädern eine Stunde, obgleich schon in der Hälfte der Zeit keine Entwicklung von Destillationsprodukten mehr stattfand. Ueber der Lampe und auf dem Gebläse war der Versuch nur $^1/_2$ Stunde fortgesetzt worden, indem bei diesen schon von Anfang an höheren Temperaturen die Beendigung der Destillation weit rascher erzielt wurde.

In allen Versuchen wurde nicht der absolut trockene Torf, sondern absichtlich der künstlich getrocknete mit 10 Proc. Wassergehalt angewendet, um die Produkte in einem der Verkohlung im grossen Maasstabe möglichst analogen Zustande zu erhalten; die Verkohlung eines absolut

trocknen Torfes ist in der Praxis selbstverständlich ausgeschlossen.

Es folgt nun die tabellarische Zusammenstellung der einzelnen Versuchszahlen und der daraus berechnten Procente des Kohlenertrages.

Temperatur	Torf	Kohle	Kohle nach Proc.
I. Schmelzendes Zinn	a. 24,74	16,05	64,9 } = 64,3
	b. 31,40	20,01	63,7 }
II. „ Blei	a. 30,66	13,75	44,8 } = 46,4
	b. 22,20	10,64	47,9 }
III. „ Zink	a. 36,25	12,16	33,5 } = 34,1
	b. 17,37	6,02	34,6 }
IV. Gaslampe	a. 21,62	6,72	31,1 } = 31,5
	b. 18,68	5,95	31,8 }
V. Gebläse	a. 19,37	5,73	29,6 }
	b. 12,06	3,44	28,5 } = 29,1
	c. 13,73	4,02	29,3 }

Der Ertrag an Kohle wechselt, wie hieraus ersichtlich, zwischen der Temperatur des schmelzenden Zinnes und der Temperatur des Gebläses sehr bedeutend. Derselbe vermindert sich von 64,3 auf 29,1 Proc., d. h. ein gleiches Gewicht desselben Torfes, welches bei den zwei bezeichneten Temperaturen verkohlt wird, giebt im ersteren Falle 2,2 mal so viel Kohle als im zweiten.

Ich wiederhole, was oben schon angedeutet worden ist, dass auch bei Nr. I. nicht eine theilweise, sondern eine vollständige, das ganze Torfstück durchdringende Verkohlung ebenso wie bei Nr. V eingetreten war, so dass das bei der Temperatur des schmelzenden Zinnes erhaltene Produkt als verkäufliches Brennmaterial betrachtet werden darf.

Zu der bei steigender Temperatur fortschreitenden Verminderung des Kohlenertrages steht die Abscheidung der flüchtigen Destillationsprodukte natürlich in einem gewissen

Verhältnisse. Nachdem die Entweichung der Destillationsprodukte bei einem bestimmten Temperaturgrade gänzlich aufgehört hat, so beginnt sie von Neuem bei einer weiteren Steigerung der Temperatur. Die eine Stunde lang im Zinnbade erhaltene Kohle, welche schon nach kurzem keine Destillationsprodukte mehr entweichen lässt, beginnt sogleich wieder Dämpfe auszustossen, wenn sie in das Bleibad gebracht wird und eine Abscheidung flüchtiger Stoffe tritt sogar noch auf, wenn die eine halbe Stunde über dem Gasbrenner, d. i. in der Rothglühhitze, erhaltene Kohle dem Gebläse, d. i. bei dem Schmelzpunkte des Glases (Weissglühhitze), ausgesetzt wird.

Offenbar steht die Abscheidung der flüchtigen Stoffe in einem bestimmten Verhältniss zum Ertrag der Kohle und zur Temperatur der Darstellung. Ihre Menge steht in abgerundeten Zahlen nach den 5 verschiedenen Verkohlungstemperaturen in folgendem Verhältniss:

Zinn : Blei : Zink : Lampe : Gebläse = 18 : 27 : 33 : 34 : 35

oder die im Zinnbade hergestellte Kohle verliert beim Erhitzen im Gebläse noch 35,5 flüchtige Produkte, auf der Lampe 34, im Zinkbade 27,8, im Bleibade 20,2.

Bei Nr. V. im Gebläse zeigte sich an den innern Wandungen des Rohres ein ganz dünner Beschlag glänzender Kohle, wodurch das Rohr ein Spiegelartiges Ansehen erhalten hatte.

3) Untersuchung der bei verschiedenen Temperaturen erhaltenen Kohlensorten nach ihrem physikalischen und chemischen Verhalten.

In dem äusseren Ansehen der bei den 5 verschiedenen Temperaturen erhaltenen Kohlensorten ergab sich insofern ein bemerkbarer Unterschied, als die bei den niedrigerern Temperaturen erhaltenen Kohlen dunkler schwarz gefärbt

erschienen, als bei höheren. Die Kohle aus dem Gebläse hatte eine mehr glänzende Graphitähnliche Oberfläche.

Was die Consistenz der Kohlen betrifft, so nimmt die Härte offenbar mit der Darstellungstemperatur zu, indem Nr. V bedeutend härter ist und sich nicht so leicht auf Papier abreibt, als Nr. I. Dagegen ist Nr. V. leichter zerbrechlich und weniger transportfähig, als Nr. I.

Auf die Consistenz der Kohle ist die Art der Verkohlung, je nachdem sie langsam oder rasch ausgeführt wird, von einigem Einflusse, wie diess mehrere in dieser Richtung angestellte Versuche gezeigt haben. Um die rasche Verkohlung zu bewerkstelligen, wurde ein Porcellantiegel auf dem Gebläse zur Rothglühhitze gebracht; die Einführung einiger in dünne Stücke geschnittener Torfstücke in den hellrothglühenden Tiegel geschah durch eine Oeffnung des Deckels. Die auf solche Weise erhaltene Torfkohle war mürber und leichter zerbrechlich als diejenige, welche durch langsames Erhitzen des Tiegels entstanden war. Auf den Ertrag an Kohle hatte die rasche Verkohlung im Vergleiche zur langsamen nur einen geringen Einfluss durch Verminderung von 1 bis 2 Proc. ausgeübt.

Die bei niederer Temperatur hergestellte Kohle zeigte sich etwas leichter entzündbar, als die Kohlensorte der höheren Darstellungstemperaturen, so wie auch erstere, wenn sie einmal entzündet war, länger von selbst fortglimmte, als letztere. Es ist somit die Gefahr der Selbstentzündung beim Abkühlen etwas grösser, wenn man mit verhältnissmässig niederen Temperaturen arbeitet. Die hier angegebenen Unterschiede treten indess nur bei der niedersten und höchsten Temperatur, wie sie hier zur Verwendung kam, deutlicher bemerkbar hervor. Ueberhaupt bedarf es kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass die angedeuteten physikalischen Eigenschaften der Torfkohle sich speciell auf den in meinen Versuchen zur Verkohlung ge-

brauchten Torf beziehen; die Natur der Torfsorte muss selbstverständlich auf diese Verhältnisse so wie auch unter Umständen auf den Ertrag an Kohle von grossem Einflusse sein, so dass es kaum möglich werden dürfte, allgemein Gültiges hierüber aufzustellen.

Die Einäscherung des Torfes und der 5 Kohlensorten geschah unter schwacher Rothglühhitze über der Gasflamme in einem tarirten Platintiegel und wurde stets gleichmässig lang fortgesetzt, bis die Asche vollkommen weiss und pulverförmig geworden war, ohne Stücke zu enthalten. Die Wägungen fanden unmittelbar nach dem Glühen statt, nachdem der Tiegel über Schwefelsäure sich abgekühlt hatte.

Die Aschenbestimmung des Torfes bezieht sich, um eine Vergleichung mit dem Aschengehalte der Kohlensorten zu erleichtern, auf den absolut trocknen Torf.

Es folgt nun die Zusammenstellung der Aschenmengen in Procenten.

	Aschengehalt in Procenten.	Nach dem Kohlenertrage auf den Aschengehalt des Torfes berech.	Kohlenertrag von absolut trockenem Torf.
		Absol. trock.	
Torf 10% HO.	2.3	2.55	—
Kohle in			
I. schmelzendem Zinn	2.49	3.57	71.44
II. „ Blei	3.4	4.95	51.55
III. „ Zink	4.3	6.73	37.89
IV. Gasbrenner	4.54	7.28	35.00
V. Gebläse	4.72	7.88	32.33

Die hier aufgeführten Aschenprocente sind die Durchschnittsresultate mehrerer nahe übereinstimmender Versuche,

indem eine jede Aschenbestimmung 3—4 mal wiederholt wurde.

Vergleicht man die erhaltenen Aschenprocente mit den nach den Kohlenerträgen auf den ursprünglichen Aschengehalt des Torfes berechneten, so ergiebt sich, dass sämmtliche 5 Kohlensorten verhältnissmässig weniger Asche enthalten, als sie nach dem Ertrage an Kohle und dem Aschengehalte des Torfes enthalten sollten. Man muss daher annehmen, dass die durch Verflüchtigung sich absondernden Substanzen Mineralbestandtheile mechanisch oder in Verbindung mit Wasserstoff mit sich reissen.

Der Torf ist übrigens nicht gerade das geeignetste Material, um sich über diese eigenthümlichen Verhältnisse Aufklärung zu verschaffen, indem derselbe auch bei möglichst vollkommener Bearbeitung niemals von so homogener Struktur ist, als z. B. Holz u. dgl. Jedenfalls ergiebt sich für die Praxis der Torfverkohlung das bisher unbekannt gebliebene Resultat, dass es nicht gestattet sein kann, a priori aus dem Ertrage an Kohle und bekannten Aschengehalte einer Torfsorte einen sicheren Schluss auf den Aschengehalt der gewonnenen Torfkohle zu siehen. Es folgt hier noch die Aschenverminderung durch die verschiedenen Verkohlungstemperaturen nach Procenten berechnet.

Aschenverminderung
bei den verschiedenen Verkohlungstemperaturen.

	Minderung in Procenten.
I. Zinn	30 %
II. Blei	32 %
III. Zink	36 %
IV. Brenner	38 %
V. Gebläse	40 %

Die Analyse der Kohlen geschah durch Verbrennen im Sauerstoffgasstrome mit Kupferoxyd nach bekannter Weise; die Verbrennung beschränkte sich auf Nr. I. und Nr. V., als den beiden Gränzpunkten der hier zur Anwendung gekommenen Temperaturen.

Als Hauptresultat dieser Verbrennungsversuche, deren Einzelnheiten ich hier übergehe, mag hervorgehoben werden, dass die Menge des in den Kohlensorten enthaltenen Kohlenstoffs mit der Temperatur der Verkohlung zunimmt, was sich indess schon a priori erwarten liess. Die Zunahme des Kohlenstoffs der Kohle findet von der Verkohlungstemperatur des schmelzenden Zinnes bis zur Weissglühhitze sehr constant in dem Verhältniss von 2 : 3 statt.

Endlich wurde noch mit den Kohlensorten die Berthier'sche Heizprobe ausgeführt, da für eine andere Bestimmung die Quantitäten der auf solche Weise genau hergestellten Kohlen selbstverständlich nicht ausreichten. Das Glühen der Proben geschah in Porcellantiegeln.

Heizwerth der Kohlensorten.

Temperatur.	Kohle.	Regulus.	Heizwerth.	Calorien 1 C. = 8080 C.	1 ℔ Kohle erhitzt Wasser von 0° auf 100° C.
Zinn-Bad	1 grm.	18,262	52,8 %	4266	7,9 ℔
Blei „	„	19,186	55,5	4484	8,3 ℔
Zink „	„	22,203	64,2	5187	9,6 ℔
Brenner	„	25,803	74,6	6028	11,2 ℔
Gebläse	„	27,912	80,7	6521	12,1 ℔

Es wird den Gegenstand einer weiteren Arbeit ausmachen, durch Versuche den Einfluss kennen zu lernen, welchen die Natur und Bearbeitung des Torfes auf die hier berührten Verhältnisse auszuüben im Stande ist; obgleich die vorläufigen Verkohlungsversuche mit den verschiedensten

Torfsorten im Allgemeinen zwar eine Uebereinstimmung mit den hier mitgetheilten Angaben gezeigt haben, so dürften dessenungeachtet die durch Verschiedenheit der Torfsorten bedingten Modificationen eine besondere Berüchsichtigung verdienen.

4) Anwendung der Erfahrungen auf Torfverkohlung im Grossen.

Es musste natürlich wünschenswerth erscheinen, die Resultate der im kleineren Maasstabe ausgeführten Torfverkohlungsversuche auch für den grösseren Betrieb dieses wichtigen Industriezweiges nutzbar zu machen. Ich beabsichtige im Folgenden, meine Erfahrungen über Torfverkohlung im Grossen, wie sie sich mir auf verschiedenen Torfwerken seit einer langen Reihe von Jahren dargeboten, zusammenzustellen und mit Zugrundelegung der im Vorhergehenden dargelegten Versuchsresultate ein Torfverkohlungssystem zu beschreiben, welches, wie ich hoffe, in wissenschaftlicher und technischer Hinsicht einen Fortschritt auf diesem für Bayern so wichtigen Gebiete anzubahnen im Stande sein dürfte.

Ich habe oben gezeigt, dass eine den Schmelzpunkt des metallischen Zinnes nicht weit übersteigende Temperatur für die Verkohlung des Torfes sich als die geeignetste erwiesen hat, indem sowohl der Ertrag an Kohle, so wie deren physikalische und chemische Eigenschaften sich hiebei als besonders günstig und vortheilhaft herausstellen. Es muss somit zunächst Aufgabe des Torfverkohlungsbetriebes im Grossen sein, von der angegebenen Temperatur möglichst wenig abzuweichen, sondern dieselbe constant zu erhalten. Dass diess durch eigene Entzündung des Torfes, wie sie in der Meilerverkohlung und anderen Verkohlungsvorrichtungen zur Anwendung kömmt, nicht erreicht werden könne, be-

darf kaum der besonderen Erwähnung. Ebensowenig kann die Retortenverkohlung, welche selbstverständlich für Versuche im kleineren Maasstabe, wie ich sie ausgeführt habe, vollkommen entsprechende Resultate liefert, bei einem Torfverkohlungsbetriebe im grösseren Maasstabe mit Vortheil zur Anwendung kommen. Abgesehen von einer unverhältnissmässigen Verschwendung au Heizmaterial ist es kaum möglich, eine gleichmässige Kohle nach diesem Systeme herzustellen, indem die an den Wandungen der geräumigen rothglühenden Retorte anliegenden Torfstücke einer für die Verkohlung viel zu hohen Temperatur ausgesetzt sind, die in der Mitte liegenden von einem so schlechten Wärmeleiter wie Torfkohle umhüllten Stücke dagegen sehr häufig nicht vollständig verkohlt werden. Wollte man auch durch übermässige Heizung, welche jedenfalls eine überaus schnelle Abnützung der Retorten zur Folge haben müsste, eine ganz vollständig durchdringende Verkohlung erzielen, so würde doch immerhin der Ertrag an Kohle sehr wesentlich beeinträchtigt und eine obschon harte, doch sehr zerklüftete und in kleinere Fragmente zerfallende Kohle erhalten werden, — Nachtheile, welche durch den höheren Kohlenwerth einer bei so hoch gesteigerten Temperaturen erhaltenen Torfkohle in keiner Weise ausgeglichen werden können.

Um eine gleichmässige der Verkohlung des Torfes entsprechende Temperatur zu erzielen, ist es entschieden nothwendig, die mittelst einer verhältnissmässig sehr kleinen abgesonderten Feuerung erzeugten Verbrennungsgase mit Gewalt durch den zu verkohlenden Torf hindurchzutreiben. Der Betrieb kann sowohl intermittirend, als continuirlich eingerichtet werden.

Der Verkohlungsapparat für intermittirenden Betrieb ist in Fig. I. im Grundrisse und Fig. II. im Durchschnitte dargestellt. Mit mehreren auf analogem Systeme beruhenden Apparaten sind schon auf verschiedenen Torfwerken in

grösserem Maasstabe günstige Resultate erzielt werden. Theils unvollständige, theils sogar in mancher Hinsicht unrichtige Zeichnungen und Beschreibungen dieser Vorrichtung veranlassen mich hier zur exakten Mittheilung eines Apparates, welcher in der aus der Zeichnung ersichtlichen Construktion nach meiner Erfahrung sich besonders zweckentsprechend erwiesen hat. Diese Beschreibung erscheint um so mehr angezeigt, als ohne dieselbe die weiter unten folgende Darlegung einer continuirlichen Verkohlungsvorrichtung neuer Construktion, welche bis jetzt noch nicht veröffentlicht worden ist, unverständlich bleiben müsste.

Der Apparat besteht aus einem Cylinder von Eisenblech LL, welcher von einem gleichfalls cylindrischen Mantel von Mauerwerk M, jedoch in einem Abstande von einigen Zollen umgeben ist. Oben ist der Cylinder durch einen Deckel N geschlossen, der zum Behufe des Füllens und Entleerens mittelst eines Zuges gehoben werden kann. Die luftdichte Verbindung beider wird durch einen ringförmigen Rand des Cylinders bewirkt, in welchen der Deckel passt; sie wird beim Gebrauche mit Lehm verstrichen. Den Boden des Cylinders bildet ein Gitter aus starken Draht- oder Eisenstäben BB, auf welchen der Torf aufliegt. Der Cylinder ruht auf einem Vorsprunge des Mauerwerkes, so dass er über einem hohlen Raume steht, der durch einen Kanal Q mit einem Condensator S in Verbindung steht. Letzterer kann aus Stein, Metall oder selbst aus Holz bestehen und dient zur Aufnahme des sich hier condensirenden Theeres und Wassers. Aus diesem führt ein beliebig langer Kanal oder ein Rohr P zum Saugventilator V, der die übrig bleibenden Gase durch R in die freie Luft abführt.

Die Feuerung befindet sich in O und ist eine sogenannte Pultfeuerung, wobei die erzeugte Feuerluft durch den Kanal m in den Cylinder L steigt, und dort mittelst durchlöcherter Rohre ll gleichmässig vertheilt wird.

Zur Vornahme der Verkohlung wird zuerst der Deckel N abgehoben und der Cylinder LL mit vollkommen trockenem Torfe gefüllt. Nach Schliessung des Deckels geschieht die Verdichtung durch Verstreichen aller Fugen mit Lehm. Alsdann wird mit trockenem Heizmateriale in O Feuer angezündet und der Ventilator in Bewegung gesetzt, wodurch die Feuerluft genöthigt ist, zuerst durch den Kanal und die Rohre ll in den Cylinder LL und durch den dort befindlichen Torf zu strömen und dessen allmäliche Destillation zu bewirken.

Der Vorgang hiebei ist höchst einfach. Die atmosphärische Luft, welche während ihres Durchganges durch die Feuerung ihren Sauerstoffgehalt abgegeben hat, trifft im Vereine mit den Verbrennungsprodukten des Heizmateriales auf den im wohlverschlossenen Raume geschichteten Torf. Es findet hiebei eine die ganze Masse des Torfes gleichzeitig durchdringende Erwärmung statt, deren erster Effekt eine Röstung des Torfes ist. Die Anwendung eines künstlich getrockneten Heizmateriales zur Unterhaltung der Feuerung ist somit vortheilhaft. Bei weiterer Erhitzung des gerösteten Torfes beginnt die allmälige Zersetzung desselben, deren Vollendung sich durch die Farblosigkeit der aus dem Kaminrohre entweichenden Destillationsprodukte zu erkennen giebt. Wiederholte thermometrische Messungen haben gezeigt, dass bei gehöriger Regulirung des Ventilators die Temperatur in allen Theilen des Verkohlungsraumes eine sehr gleichmässige ist und sich constant in den für die Torfverkohlung als entsprechend bezeichneten Gränzen erhält. Eine vermehrte Feuerung beschleunigt wohl die Verkohlung, ohne jedoch eine wesentliche Temperaturerhöhung zu veranlassen.

Ein Glühen des Torfes im Cylinder oder eine wirkliche Entzündung tritt bei richtiger Leitung der Feuerung, Abhaltung aller überflüssigen atmosphärischen Luft und

guten Schlusses des Apparates nicht ein. Findet sie aber in Folge eines Versehens oder aus Nachlässigkeit des Arbeiters statt, so muss sogleich der Exhaustor sistirt und der ganze Apparat so gut wie möglich geschlossen und der Abkühlung überlassen werden. Unter Umständen hat sich auch das Einstreuen von kohlensaurem Ammoniak zur Verdrängung der in den Apparat zufällig eingetretenen atmosphärischen Luft als vortheilhaft und die Entzündung des des Torfes schnell dämpfend erwiesen.

Der Verkohlungsprocess dauert gewöhnlich nach der Stärke der angewandten Feuerung 18 bis 30 Stunden; sie kann übrigens sehr wohl unterbrochen und wieder aufgenommen werden, was jedoch der Natur der Sache nach mit einigem Verluste an Brennmaterial verbunden ist; die Abkühlung erfordert 12 bis 24 Stunden. Ich habe es versucht, dieses System der intermittirenden Verkohlung auch auf die continuirliche auszudehnen.

Der Verkohlungsapparat für continuirlichen Betrieb ist in Fig. III. im Durchschnitte dargestellt.

BB ist ein Cylinder von Blech oder Gusseisen, oben mit einem dichten Deckel geschlossen, der entweder ganz abgehoben werden kann oder mit Füllöffnungen versehen ist. CC ist ein Conus mit einem Register bei a und D ein daran luftdicht befestigter kleiner Cylinder f, der mit dem Theercondensator und dem Exhaustor in Verbindung steht. Die Feuerung ist seitwärts in O; die Feuerluft umspielt den Cylinder, wesshalb die Tragsteine bei bb durchbrochen sind und gelangt oben durch die Seitenöffnungen mm in den Cylinder, durchdringt den dort befindlichen Torf, bis sie durch f und die Theervorlage mittelst des Exhaustors abgeführt wird. Zum Entleeren der Kohlen dienen Wägen, die von Eisen und mit einem luftdichten Schlusse versehen sein müssen, um die allmäliche Abkühlung der Kohlen zu bewirken.

5) Trocknung des Torfes als Vorbereitung zur Verkohlung.

Als eine wesentliche Bedingung des Gelingens der Torfverkohlung ist schon oben die möglichste Trockenheit des Torfes, welche eine künstliche Trocknung nothwendig macht, bezeichnet worden. Im Anschlusse an meine frühere Arbeit über das gewöhnliche Verfahren der Torftrocknung im Freien[3]), — ein Verfahren, welches nur unter sehr günstigen klimatischen Verhältnissen ausnahmsweise als Vorbereitung zur Verkohlung ausreicht, will ich zum Schlusse noch eine neue Trockenvorrichtung im Allgemeinen beschreiben.

Das System, auf welchem die Trockenvorrichtung beruht, ist die Verwendung von mässig erhitzter, aber durch längere Berührung mit heissen Metall- oder Steinflächen auf einen hohen Grad von Feuchtigkeitscapacität gebrachter atmosphärischer Luft, unter gleichzeitiger kräftiger Bewegung derselben, so zwar, dass die warme Luft mittelst mechanischer Gewalt durch den Torf hindurch getrieben wird.

Die Vorrichtung selbst ist eine zweifache, je nachdem man einen intermittirenden oder einen continuirlichen Betrieb einzurichten beabsichtigt. Im ersteren Falle muss der Trockenapparat grösser gebaut werden, um eine grosse Masse des Torfes auf einmal zu fassen, im letzteren Falle genügt ein viel kleinerer Apparat. Dieser erfordert einen verhältnissmässig grösseren Betriebsaufwand, dagegen bewirken die intermittirenden Apparate eine gleichmässigere und vollkommnere Trocknung des Torfes.

Fig. IV. giebt den Aufriss und Fig. V. den Grundriss

---

3) Akadem. Sitzungsberichte. 8. Juli 1865.

eines Trockengebändes für intermittirenden Betrieb. A ist der innere Raum eines länglich viereckigen Gebäudes von Stein, von beliebiger Grösse — (ein Gebäude von etwa 50′ Länge, 30′ Breite und 12′ Höhe reicht für ein Trockenquantum von fast 20,000 Centnern per Jahr aus) — aaa und bb sind die Oeffnungen zum Einbringen und Ausleeren des Torfes, welche während des Betriebes möglichst dicht mit eisernen Läden verschlossen werden. Der Torf selbst befindet sich auf einem pultförmigen Gitter von Holz oder Eisen ddd, woselbst er 3′ bis 5′ hoch ohne Ordnung aufgeschüttet werden kann. Oben ist das Gebäude durch ein gewöhnliches Dach mit Boden und unter demselben mit einer Zwischendecke von dünnem Eisenblech ff geschlossen, um bei einer allenfalsigen Entzündung des Torfes jede Gefahr für die Dachung zu beseitigen. Dieser Blechboden wird ungefähr 3″ hoch mit einer Mischung von Torfmühle, Torfasche, Kalk und Lehm bedeckt, theils zur grösseren Sicherung, theils aber auch zur Verminderung der Abkühlung.

O ist ein durch das Gebäude hinlaufendes mit Seitenöffnungen versehenes Rohr zur Zuführung der heissen Luft; die abgekühlte und mit Feuchtigkeit geschwängerte Luft wird unter dem Gerüste für den Torf am Boden des Gebäudes durch die Kanäle mm, welche zu dem Exhaustor x führen, entfernt. Wird letzterer durch Dampf oder eine andere mechanische Kraft bewegt, so bildet sich im Gebäude sofort ein kräftiger Luftstrom, wobei die durch O eintretende heisse Luft den Torf durchdringt, sich dabei mit Feuchtigkeit sättigt und endlich durch die Canäle mm und den Exhaustor wieder ins Freie abgeführt wird. Die Erzeugung der heissen Luft kann durch einen beliebigen Ofen oder Calorifére mit grossen Stein- oder Metallflächen geschehen, wobei nur darauf zu achten ist, dass dieser Ofen im richtigen Verhältnisse zur Grösse des Trockenraumes

stehe, so dass in dem letzteren allmälig eine Temperatur von ungefähr 50° C. entstehen kann. Ist diese Temperatur einmal erreicht, dann geht auch die Trocknung sehr rasch von statten, besonders wenn die Luftbewegung durch den Exhaustor nicht übertrieben wird, so dass gerade so viel heisse Luft nachströmen kann, als feuchte entfernt wird.

Steigert man die Temperatur weit über 50° bis 60° C., so geht allerdings die Trocknung rascher, allein es wird nicht nur verhältnissmässig mehr Feuerungsmaterial verzehrt, sondern es leidet auch die Qualität des Torfes, indem, wenn die trockene Luft zu heiss ist, viele Torfsorten rissig werden und mitunter ganz zerfallen. Dasselbe ist mit Ligniten und Braunkohlen der Fall.

Nach dieser unter verschiedenen Modificationen schon bekannten Trockenvorrichtung, deren Darlegung aber zum Verständniss des Folgenden unerlässlich war, gehe ich zur Beschreibung einer neuen Construktion für continuirlichen Betrieb über.

Fig. VI. stellt den Vertikaldurchschnitt eines Trockenofens für continuirlichen Betrieb dar. Das Prinzip ist dasselbe, wie das der intermittirenden Vorrichtung, nur die Anordnung der einzelnen Theile etwas verändert. Die Vorrichtung selbst ist viel kleiner, entweder rund oder viereckig.

A ist das Innere des Trockenraumes, dessen Wände BB von Stein sind, C ist ein den Boden dieses Raumes bildender Conus von Blech bei a durch ein mit einem Handgriff versehenes Gitter oder einen Rost geschlossen.

D ist ein die Fortsetzung dieses Conus bildender Cylinder von Blech, unten bei m durch einen Schieber oder eine Klappe genau geschlossen.

In diesen Cylinder mündet das Rohr F, welches die heisse Luft aus dem Raume G, wo sie erzeugt wird, beiführt. Der Ofen ist oben durch den Deckel HH genau

geschlossen, KK sind die Oeffnungen zum Einschütten des Torfes, die nach jedesmaligem Füllen mit Deckeln geschlossen werden, R ist das zum Exhaustor führende Rohr für die nassen Dämpfe.

Unter dem Cylinder D befindet sich eine kleine Schienenbahn, auf welcher kleine Waggons p laufen, um den getrockneten Torf abzuführen. Sobald die untersten Schichten in A hinreichend trocken sind, wird der Exhaustor einen Augenblick sistirt, die Klappe m geöffnet, ein Waggon p untergeschoben und das Gitter oder Register a angezogen, wodurch der unterste Torf aus A in den Waggon fällt. Hierauf wird a zurückgeschoben, sodann frischer Torf durch k und k′ nachgefüllt, die Klappe m geschlossen, k und k′ ebenfalls und der Exhaustor wieder in Bewegung gesetzt.

Bei diesem Verfahren kann mit etwas heisserer Luft und daher schneller gearbeitet werden, weil der Torf, bis er auf den Boden von A gelangt, schon so entwässert ist, dass ihm selbst ein Luftstrom von mehr als 100° C. nicht leicht mehr an seiner Consistenz schadet.

Nachdem im Vorhergehenden die Bedingungen der Torfverkohlung, die Verkohlung selbst, so wie die nothwendige Vorbereitung zur Verkohlung, die künstliche Trocknung des Torfes, in Kürze auseinander gesetzt worden sind, würde es noch erübrigen, einer sehr wichtigen Vorbereitung der Torfverkohlung, nämlich der Bearbeitung oder Maceration des rohen Torfes, Erwähnung zu thun. Die Grundlage einer jeden dem Zwecke der Verkohlung entsprechenden Bearbeitung des Torfes besteht vor Allem in der gänzlichen Auflösung seines natürlichen Zusammenhanges, in einer möglichst vollständigen Trennung und Zerreissung aller seiner einzelnen, dessen Continuität bedingenden Theile, namentlich der in den meisten Torfsorten vorherrschenden Pflanzenfasern. Die hiezu in Vorschlag gebrachten Vor-

richtungen und Maschinen sind im Laufe der Zeit sehr zahlreich geworden; eine eingehende Beurtheilung derselben, so wie die Beschreibung eines Apparates, welcher nach meinen Erfahrungen allen Anforderungen in dieser Beziehung entspricht, behalte ich mir als Ergänzung dieser Mittheilung für die nächste Folge vor. —

Zur Vorlage kam von Herrn Schönbein in Basel eine Abhandlung:

„Ueber die bei der langsamen Oxidation organischer Materien stattfindende Bildung des Wasserstoffsuperoxides“.

Es giebt der chemischen Erscheinungen nicht Wenige, welche zwar im Allgemeinen schon längst, doch aber nicht so genau gekannt sind, als sie es sein könnten und im Interesse der Wissenschaft auch sein sollten, Letzteres schon desshalb, weil deren vollständigere Kenntniss möglicher Weise eine allgemeine theoretische Bedeutung haben, d. h. unsere Einsicht in den Zusammenhang scheinbar von einander unabhängigen Thatsachen wesentlich erweitern könnte.

Seit ich mich mit Chemie beschäftige, sind es daher auch vorzugsweise Erscheinungen der bezeichneten Art gewesen, denen ich meine Aufmerksamkeit zuwendete und wie ich gerne glauben möchte, haben meine darauf bezüglichen Untersuchungen zu Ergebnissen geführt, welche nicht ohne allen wissenschaftlichen Werth sind.

Die meisten meiner dessfallsigen Arbeiten bezogen sich auf die Oxidation unorganischer und organischer Materien,

welche schon bei gewöhnlicher Temperatur durch den freien Sauerstoff bewerkstelliget wird und wovon uns die langsame Verbrennung des Phosphors das merkwürdigste Beispiel liefert, wesshalb ich auch mit diesem Gegenstande meine Sauerstoffuntersuchungen begonnen.

Als eines der in theoretischer Hinsicht wichtigern Ergebnisse, zu welchen die auf dem bezeichneten Erscheinungsgebiet angestellten Forschungen mich geführt haben, betrachte ich die Ermittelung der Thatsache, dass bei der langsamen Oxidation vieler Substanzen, welche der gewöhnliche Sauerstoff unter der Mitwirkung des Wassers bewerkstelliget, Wasserstoffsuperoxid erzeugt wird. Da ich Grund hatte zu vermuthen, dass es auch Fälle langsamer Oxidation gebe, wo die Anwesenheit von Wasser keine unerlässliche Bedingung für die Bildung des besagten Superoxides sei, so wird man aus den nachstehenden Angaben ersehen, in wie weit diese Vermuthung als gegründet sich erwiesen.

Aether. Aus meinen bisherigen Beobachtungen muss ich schliessen, dass in völliger Dunkelheit und bei gewöhnlicher Temperatur der reine Aether (Aethyloxid) und gewöhnliche Sauerstoff so gut als gleichgültig zu einander sich verhalten, während erfahrungsgemäss unter dem Einflusse des Lichtes beide Materien in schon merklicher, wenn auch langsamer Weise chemisch aufeinander wirken.

Dass der mit atmosphärischer Luft in Berührung stehende Aether allmählich sich verändere und sauer werde, ist schon von Gay-Lussac beobachtet worden, ohne dass jedoch der französische oder ein anderer Chemiker die Sache näher untersucht hätte. Ich selbst fand schon vor Jahren, dass bei längerm Einwirken des Sauerstoffes auf den Aether merkliche Mengen von Wasserstoffsuperoxid gebildet werden, welche Thatsache bis dahin unbekannt geblieben war und die durch die weitere von mir gemachte Beobachtung, wenn auch nicht erklärt, doch begreiflicher

wurde, dass nemlich der Aether HO_2 reichlich in sich aufzunehmen und neben ihm zu bestehen vermag, ohne dass er merklich reducirend auf das Superoxid einwirkte.

Da mein durch längeres Zusammenstehen mit atmosphärischem Sauerstoff HO_2-haltig gewordener Aether möglicher Weise noch kleine Mengen Wassers enthalten haben konnte, so wendete ich bei meinen neuesten Versuchen einen Aether an, von dem ich annehmen durfte, dass er wasserfrei und auch in anderweitiger Beziehung chemisch rein gewesen sei.

Hundert Gramme dieses Aether wurden in einer mit reinem Sauerstoffgas gefüllten weissen und zweiliter grossen Glasflasche der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt. Nachdem die Flüssigkeit bei jeweiligem Schütteln etwa 14 Tage lang, welche eben nicht sehr sonnenreich waren, unter diesen Umständen sich befunden hatte, liessen sich darin mittelst Jodkaliumstärkepapieres [1] schon merkliche Spuren Wasserstoffsuperoxides nachweisen und kaum ist nöthig beizufügen, dass diese Reaction des Aethers auf das Superoxid um so stärker ausfiel, je länger derselbe in Berührung mit dem beleuchteten Sauerstoff gestanden. Hatte dieses Gas fünf Monate hindurch (von Mitte Novembers bis zur Mitte des Aprils, während welcher Zeit der Himmel

1) Ich will hier die von mir schon früher gemachte Angabe in Erinnerung bringen, dass die HO_2-haltigkeit des Aethers am bequemsten mit Hülfe des Jodkaliumstärkepapieres erkannt wird und zwar so, dass man Letzteres mit der auf HO_2 zu prüfenden Flüssigkeit benetzt. Bleibt nach der Verdunstung des Aethers das Reagenspapier vollkommen weiss, so darf man denselben als HO_2-frei betrachten, enthält er aber auch nur schwache Spuren des genannten Superoxides, so wird die benetzte Stelle des Papiers nach kurzer Zeit sichtlich gelb, dann mit Wasser befeuchtet deutlich violett, bei grösserm Wasserstoffsuperoxidgehalt des Aethers tiefbraun und beim Benetzen mit Wasser tief schwarzblau gefärbt erscheinen.

häufiger bedeckt als klar war) auf den Aether eingewirkt, so färbte sich diese Flüssigkeit beim Zusammenschütteln mit einigen Tropfen SO_3-haltiger verdünnter Chromsäurelösung tief lasurblau, welche Reaction die Anwesenheit schon merklicher Mengen von HO_2 beurkundete, insofern auf dieses Superoxid die Chromsäure keineswegs das empfindlichste Reagens ist, obwohl es dagegen als eines der allersichersten und charakteristischsten bezeichnet werden darf. Dass der gleiche Aether übrigens auch die anderweitigen HO_2-Reactionen in augenfälligster Weise hervorbrachte z. B. das Jodkaliumstärkepapier rasch tiefblau, bei nachherigem Befeuchten mit Wasser tief schwarzblau färbt und derselbe merklich stark sauer reagirte, bedarf kaum der ausdrücklichen Erwähnung.

Da vor dem Beginne des Versuches der dabei verwendete Aether weder eine Spur von Wasserstoffsuperoxid, noch irgend welche Säure enthielt, so musste das zum Vorschein gekommene HO_2 wie auch die saure Materie erst in Folge der Einwirkung des beleuchteten Sauerstoffes auf das Aethyloxid entstanden sein, was natürlich nur durch die Annahme sich erklären lässt, dass der besagte Sauerstoff auf einen Theil des Aethers oxidirend eingewirkt habe. Da aber die aufeinander wirkenden Substanzen kein Wasser enthielten, so konnte HO_2 wohl nicht anders als dadurch gebildet worden sein, dass der beleuchtete Sauerstoff mit Wasserstoff des Aethers sich verband, sei es, um unmittelbar Wasserstoffsuperoxid zu erzeugen, sei es, dass eine Wasserbildung derjenigen von HO_2 vorausgegangen.

Die gleichzeitig mit dem Wasserstoffsuperoxid gebildete saure Materie ist von mir nicht weiter untersucht worden, doch möchte ich vermuthen, dass sie ein Gemisch von Ameisensäure und Essigsäure gewesen sei. Wie mir scheint, lässt die bei gewöhnlicher Temperatur durch beleuchteten Sauerstoff bewirkte Oxidation des Aethers in mehrfacher

Beziehung mit der langsamen Verbrennung der nemlichen Substanz sich vergleichen, welche bei etwa 140° auch ohne die Mitwirkung des Lichtes angefacht wird und wobei nach meinen frühern Versuchen ebenfalls merkliche Mengen von Wasserstoffsuperdxid und Ameisensäure entstehen.

Amylalkohol (Fuselöl). Zunächst sei bemerkt, dass diese Flüssigkeit mit dem Aether folgende Eigenschaften gemein hat: sie nimmt, mit wässrigem HO_2 geschüttelt, aus diesem Gemisch merkliche Mengen des Superoxides auf, ohne auf Letzteres reducirend einzuwirken; der HO_2-haltige Amylalkohol tritt umgekehrt an damit geschütteltes Wasser HO_2 ab und zwar so, dass er durch wiederholte Behandlung mit Wasser beinahe vollständig von dem Superoxid sich befreien lässt; der HO_2-haltige Alkohol wird durch SO_3-haltige Chromsäurelösung lasurblau gefärbt und endlich vermag der reine Alkohol dem mittelst der erwähnten Säurelösung gebläueten HO_2-haltigen Wasser die lasurblaue Verbindung zu entziehen, wodurch er selbst unter Entbläuung der wässrigen Flüssigkeit diese Färbung annimmt.

Ein halbes Pfund reinen Fuselöles, nachdem es im zerstreueten Licht zwei Jahre lang mit atmospärischem Sauerstoff in Berührung gestanden, zeigte in einem ausgezeichneten Grade alle die Eigenschaften, welche dem HO_2-haltigen Amylalkohol zukommen: es wurde durch SO_3-haltige Chromsäurelösung tief lasurblau gefärbt und mit dem gleichen Volumen Wassers nur eine Minute lang lebhaft zusammengeschüttelt, trat das Oel so viel HO_2 an jene Flüssigkeit ab, dass dieselbe unter Beihülfe der besagten Säurelösung ein gleiches Volumen damit geschüttelten Aethers tief lasurblau zu färben, wie auch die übrigen HO_2-Reactionen in augenfälligster Weise hervorzubringen z. B. mit Platinmohr, Bleisuperoxid u. s. w. in Berührung gesetzt, eine merkliche Entwickelung von Sauerstoffgas zu verursachen vermochte, wobei noch zu erwähnen ist, dass das unter den erwähnten

Umständen HO_2-haltig gewordene Fuselöl deutlich sauer reagirte.

Aus den voranstehenden Angaben geht mit Gewissheit hervor, dass gleich dem Aether auch der Amylalkohol mit gewöhnlichem Sauerstoff allmälich merkliche Mengen Wasserstoffsuperoxides nebst einer sauren Materie erzeugt, welche ich noch nicht weiter untersucht habe, die aber Baldriansäure sein dürfte [2]). Mit den dem Fuselöl zunächst stehenden Alkoholen des Butyls und Copoyls habe ich noch keine Versuche angestellt; es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass sie dem Amylalkohol gleichen werden.

Aceton. Auch mit dieser Flüssigkeit vermag der beleuchtete Sauerstoff Wasserstoffsuperoxid zu erzeugen, wie daraus abzunehmen ist, dass zwanzig Gramme reinen Acetons, nachdem sie in einer halbliter grossen lufthaltigen Flasche eine Woche lang der Einwirkung des unmittelbaren Sonnenlichtes ausgesetzt gewesen waren, so viel HO_2 enthielten, um ein gleiches Volumen damit geschüttelten Aether mit Beihilfe einiger Tropfen SO_3-haltiger Chromsäurelösung deutlichst bläuen zu können. Damit jedoch diese Reaction augenfällig wurde, musste dem Gemisch so viel Wasser zugefügt werden, dass der Aether von der übrigen Flüssigkeit

2) Mir vorbehaltend, späterhin noch einmal einlässlicher auf den Gegenstand zurück zu kommen, will ich für jetzt nur im Allgemeinen auf einen merkwürdigan Unterschied aufmerksam machen, welcher zwischen frischem und solchem Fuselöl besteht, das durch mehrjährige Berührung mit atmosphärischem Sauerstoff HO_2-haltig geworden war und der darin besteht, dass Letzteres, durch Schütteln mit Eisenvitriollösung vollständig seines HO_2-Gehaltes beraubt und dann wieder mit beleuchtetem Sauerstoff unter jeweiligem Schütteln in Berührung gesetzt, schon in wenigen Tagen so viel Wasserstoffsuperoxid erzeugt, dass es durch SO_3-haltige Chromsäurelösung merklich stark lasurblau gefärbt wird, während frisches Fuselöl unter den gleichen Umständen noch keine Spur von HO_2 enthält.

sich abschied. Ich zweifle kaum daran, dass auch noch andere Ketone und eben so die sämmtliche Gruppe der Aldehyde ein dem Aceton gleiches Verhalten zeigen werden.

Terpentinöl. Von dieser organischen Materie ist schon längst bekannt, dass sie unter Bildung von Harzen, Kohlen- und Ameisensäure ziemlich rasch Sauerstoffgas verschlucke und meine Versuche haben gezeigt, dass auch noch eine Verbindung des Terpentinöls mit Sauerstoff entstehe, aus welcher der Letztere auf andere oxidirbare Substanzen z. B. auf die Basis der Eisenoxidulsalze, die schweflichte Säure u. s. w. sich übertragen lässt und die ich aus früher angegebenen Gründen als ein organisches Antozonid betrachte.

Vermuthend, dass wie bei der langsamen Oxidation des Aethers, Amylalkohols u. s. w. so auch bei derjenigen des Terpentinöles Wasserstoffsuperoxid gebildet werde, stellte ich folgende Versuche an. Hundert Gramme reinen Terpentinöles wurden in einer litergrossen lufthaltigen Flasche unter häufigem Schütteln und jeweiligem Luftwechsel fünf Monate lang der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt. Nach Verfluss der ersten Wochen erwies sich das Camphinöl schon so ⊖-haltig, dass es mit Beihülfe verdünnter Eisenvitriollösung eine verhältnissmässig beträchtliche Menge Wassers entfärbt, welches durch Indigolösung ziemlich stark gebläuet war, über welche Prüfungsweise weiter unten noch nähere Angaben gemacht werden sollen. Während anfänglich das Terpentinöl eine gleichartige und vollkommen klare Flüssigkeit darstellt und desshalb auch, nachdem es mit Luft zusammen geschüttelt worden, schnell wieder völlig durchsichtig wurde, zeigt dasselbe nach mehr wöchentlicher Besonnung sich so verändert, dass es nach dem Schütteln längere Zeit trüb blieb und wartete man ab, bis das Oel wieder klar geworden war, so hatte sich am Boden der Flasche eine farblose Flüssigkeit abgesondert, welche mit

der Dauer der Einwirkung der beleuchteten Luft auf das Camphenöl an Menge zunahm, so dass sie nach fünfmonatlicher Besonnung gegen sechs Gramme betrug. Mittelst eines Scheidetrichters vom überstehenden Oele getrennt, zeigte dieselbe folgende Reactionen:

1) Sie wurde durch einige Tropfen Chromsäurelösung auf das Tiefste gebläuet, welche Färbung sie selbst dem doppelten Volumen des damit geschüttelten Aethers ertheilte, indem die Flüssigkeit selbst entbläuet wurde.

2) Unter lebhafter Sauerstoffgasentwickelung entfärbte sie verhältnissmässig ziemlich viel SO_3-haltige Kalipermanganatlösung.

3) Mit Platinmohr, Silberoxid, Bleisuperoxid u. s. w. in Berührung gesetzt, verursachte sie die gleiche Gasentbindung.

4) Durch Indigotinctur stark gebläuet, entfärbte sie sich beim Zufügen einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung beinahe augenblicklich.

5) Aus dem braunen Gemisch von Ferridcyankalium und einer Eisenoxidsalzlösung fällte sie ziemlich rasch Berlinerblau.

6) Aus Bleiessig schlug sie sofort Bleisuperoxid nieder.

7) Erst mit ein Paar Tropfen Bleiessigs und dann mit einigem Jodkaliumkleister versetzt, bläuete sie den Letztern sofort ziemlich stark und beim Zufügen von Essigsäure auf das Allertiefste [3]).

---

3) Bekanntlich wird unter der Mitwirkung einer Eisenoxidul-Salzlösung der Jodkaliumkleister schon durch äusserst verdünntes Wasserstoffsuperoxid tief gebläuet, welche Reaction die oben in Rede stehende Flüssigkeit zwar auch aber nur für einen Augenblick hervorbringt, indem die anfänglich eintretende Bläuung sofort wieder verschwindet, woraus erhellt, dass die besagte Flüssigkeit eine das im ersten Augenblick ausgeschiedene Jod unverweilt wieder bindende

Diese Reactionen lassen keinen Zweifel darüber walten, dass unsere Flüssigkeit merkliche Mengen Wasserstoffsuperoxides enthielt und mittelst einer titrirten Kalipermanganatlösung fand ich, dass darin ein volles Procent HO_2 vorhanden war.

Noch ist zu bemerken, dass die gleiche Flüssigkeit das Lakmuspapier stark röthete, da ich aber den grössern Theil derselben für die Reactionen auf HO_2 verbraucht hatte, so konnte die Natur der sauren Materie nicht mit genügender Sicherheit ermittelt werden, doch reichte der verbliebene Rest noch zu folgendem Versuche hin. Nachdem die Flüssigkeit erst durch Natron neutralisirt und mit Wasser stark verdünnt worden war, wurde sie unter jeweiligem Wasserersatze so lange im Sieden erhalten, bis die weggehenden Dämpfe völlig geruchlos waren. Die rückständige Flüssigkeit mit einigen Tropfen Silberlösung vermischt, schwärzte sich beim Erhitzen in Folge der Ausscheidung metallischen Silbers, welche Reaction auf Ameisensäure schliessen lässt, von der man schon längst annimmt, dass sie bei der Oxidation des Terpentinöles gebildet werde. Wie dem aber auch sein möge, so viel ist jedenfalls gewiss, dass während der Einwirkung des beleuchteten Sauerstoffes auf das Camphenöl neben andern Verbindungen auch eine merkliche Menge Wasserstoffsuperoxides gebildet wird, welche Thatsache festzustellen der Hauptzweck meiner Versuche war.

Auf den ersten Anblick dürfte es vielleicht auffallend erscheinen, dass das im Laufe von fünf Monaten erzeugte Wasserstoffsuperoxid während eines so langen Zeitraumes

---

Substanz enthält, dessen chemische Natur ich nicht weiter untersucht habe. Bemerkenswerth in dieser Beziehung ist aber noch die weitere Thatsache, dass die entfärbte Flüssigkeit durch kurzes Schütteln mit atmospärischer Luft schnell wieder gebläuet wird, um diese Färbung nicht mehr zu verlieren.

unzersetzt sich erhalten konnte; es wird jedoch diese Thatsache schon durch den Umstand erklärlich, dass gleichzeitig mit HO_2 auch Säuren entstehen, welche bekanntlich dieses Superoxid ziemlich kräftig vor Zersetzung schützen, wozu noch kommt, dass dasselbe nach meinen neuern Versuchen überhaupt eine grössere Beständigkeit zeigt, als man sie sich bisher gedacht hat.

Es fragt sich nun, aus was in dem vorliegenden Falle das Wasserstoffsuperoxid entstanden sei. Da bei dem beschriebenen Versuche keine trockene, sondern gewöhnlich feuchte Luft angewendet wurde, so ist es möglich, dass Alles dabei zum Vorschein gekommene HO_2 aus atmosphärischem Wasser und Sauerstoff gebildet wurde und das Terpentinöl stofflich Nichts dazu beigetragen hat; es konnte jedoch möglicher Weise ein Theil des Superoxides aus Wasserstoff des Camphens und atmosphärischem O hervorgegangen sein, in welchem Falle auch trockene Luft mit Wasserfreiem Terpentinöl HO_2 erzeugen würde, was durch weitere Versuche zu ermitteln ist. Nachstehende Angaben dürften es aber jetzt schon wahrscheinlich machen, dass Ersteres der Fall, d. h. die Anwesenheit schon fertig gebildeten Wassers eine wesentliche Bedingung für die in Rede stehende Bildung des Wasserstoffsuperoxides sei.

Es ist längst bekannt, dass unter den gewöhnlichen Temperaturverhältnissen viele unorganische und organische Materien durch den gewöhnlichen Sauerstoff und bei Anwesenheit von Wasser oxidirt werden, und meine eigenen Versuche haben gezeigt, dass in zahlreichen Oxidationsfällen dieser Art Wasserstoffsuperoxid erzeugt wurde, welche Thatsachen der Vermuthung Raum geben mussten, dass auch dem Terpentinöl beigegebenes Wasser sowohl die Oxidation jener organischen Materie selbst als auch die damit zusammenfallende Bildung des Wasserstoffsuperoxides wo nicht bedingen, doch wesentlich beschleunigen werde. Wie ich

glaube, haben die Ergebnisse meiner Versuche die Richtigkeit dieser Vermuthung ausser Zweifel gestellt; bevor ich jedoch dieselben näher beschreibe, dürften noch einige Bemerkungen über das Terpentinöl am Orte sein, welches bei meinen Versuchen angewendet wurde.

In einer meiner ältern Mittheilungen ist bereits angegeben, dass auch nur kürzere Zeit mit atmosphärischer Luft in Berührung gestandenes Terpentinöl als ⊖-haltig sich erweise und sauerstofffrei nur dadurch erhalten werde, dass man es gehörig lange mit Eisenvitriollösung schüttle und nach erfolgter Abklärung der Destillation unterwerfe. Es nimmt nemlich unter diesen Umständen das Eisenoxidul den im Terpentinöl enthaltenen und noch übertragbaren Sauerstoff (⊖) auf, zum Theil als schwer lösliches basisches Oxidsalz sich ausscheidend, zum Theil als saures Salz in der wässrigen Flüssigkeit sich lösend und dieselbe desshalb färbend. Terpentinöl völlig frei von beweglichem Sauerstoff darf daher, mit Eisenvitriollösung zusammengeschüttelt, keine Spur der besagten Eisenoxidsalze bilden; denn enthält das Oel auch nur kleine Mengen solchen Sauerstoffes, so wird die damit behandelte Vitriollösung schon sichtlich dadurch gefärbt.

Ein noch empfindlicheres Reagens auf das im Terpentinöl enthaltene Antozon ist das durch Indigotinctur gebläuete Wasser, welches beim Zufügen einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung beinahe augenblicklich entfärbt wird. Schüttelt man in einem Probegläschen etwa zehn Gramme durch Indigotinktur nicht stark, doch aber noch deutlichst gebläueten Wassers erst mit einigen Tropfen Terpentinöles zusammen und tritt beim Zufügen eines oder zweier Tropfen der erwähnten Eisensalzlösung keine Entfärbung des Gemisches ein, so darf das Camphenöl als vollkommen sauerstofffrei betrachtet werden.

Wurden in einer litergrossen weissen Flasche 50 Gramme

so beschaffenen Terpentinöles und 100 Gramme Wassers mit atmosphärischer Luft in Berührung gebracht und unter jeweiligem Schütteln der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt, so vermochte das Wasser, nachdem es eine Woche lang unter diesen Umständen sich befunden hatte, die HO_2-Reactionen in augenfälligster Weise hervorzubringen z. B. den zu gleichen Raumtheilen damit geschüttelten Aether unter Beisein einiger Tropfen SO_3-haltiger Chromsäurelösung deutlichst lasurblau zu färben, mit Platinmohr, Bleisuperoxid u. s. w. in Berührung gesetzt, Sauerstoffgas in schon merklicher Menge zu entbinden u. s. w., woraus erhellt, dass das besagte Wasser schon ziemlich reich an Wasserstoffsuperoxid war und kaum ist nöthig, ausdrücklich zu bemerken, dass das Wasser um so HO_2-haltiger wurde, je länger man dasselbe mit dem Terpentinöl und beleuchteten Sauerstoff in Berührung stehen liess. Nicht unerwähnt darf ich lassen, dass das gleiche HO_2-haltige Wasser unter der Mitwirkung verdünnter Eisenvitriollösung den Jodkaliumkleister zwar bläuet, welche Färbung aber so rasch wieder verschwindet, dass man sie kaum wahrnehmen, durch Schütteln des Gemisches mit atmosphärischer Luft jedoch wieder dauernd und rasch hervorrufen kann.

Diese Thatsachen zeigen, wie ich glaube, auf das Augenscheinlichste, dass bei Anwesenheit von Wasser der besonnete Sauerstoff mit dem Terpentinöl ungleich rascher und reichlicher Wasserstoffsuperoxid erzeugt, als diess ohne Beisein des Wassers geschieht, woraus wohl geschlossen werden dürfte, dass das unter den letzterwähnten Umständen gebildete HO_2 wo nicht ausschlüsslich doch bei Weitem dem grössern Theile nach aus dem beigefügten Wasser und dem vorhandenen atmosphärischen Sauerstoff entstanden sei, also gerade so, wie diess bei der langsamen Oxidation unorganischer Stoffe z. B. des Phosphors, Zinkes u. s. w. der Fall ist.

Nach Feststellung der Thatsache, dass bei der gleichzeitigen Einwirkung des Wassers und atmosphärischen Sauerstoffes auf das Terpentinöl ziemlich rasch merkliche Mengen von Wasserstoffsuperoxid gebildet werden, lag die Vermuthung nahe genug, dass unter den gleichen Umständen auch noch andere organische Materien die Erzeugung des gleichen Superoxides verursachen würden und wie aus den nachstehenden Angaben erhellen wird, verhält sich die Sache auch so.

Zur Anstellung meiner dessfallsigen Versuche wählte ich zunächst sauerstofffreie flüchtige Oele, welche der Gruppe der sogenannten Camphene angehören: Das Wachholder- (Oleum Juniperi), Zitronen-, Copaiv- und Kampferöl (Oleum Lauri camphorae) welches ich der Güte des verstorbenen Prof. Martius aus Erlangen verdanke und fand, dass sie wie das Terpentinöl sich verhielten, d. h. mit beleuchteter Luft und Wasser in Berührung gesetzt, die Bildung von Wasserstoffsuperoxid veranlassten und zwar ebenfalls in einer Menge, dass es mit Hülfe des Aethers und der SO_3-haltigen Chromsäurelösung sich nachweisen liess.

Unter den von mir bisher untersuchten Camphenen zeichnet sich durch Wirksamkeit vor allen Uebrigen das Wachholderöl aus, wesshalb dasselbe auch ganz besonders dazu geeignet ist, die so merkwürdige Bildung des Wasserstoffsuperoxides zu zeigen, welche bei der langsamen Oxidation organischer Materien stattfindet.

Schüttelte ich in starkem Sonnenschein 10 Gramme des besagten Oeles und 30 Gramme Wassers mit dem Luftgehalt einer halbliter grossen Flasche 20 Minuten lebhaft zusammen, so erhielt Letzteres schon so viel HO_2, um ein gleiches Volumen reinen damit geschüttelten Aethers unter Beihülfe SO_3-haltiger Chromsäurelösung deutlichst lasurblau färben zu können. Natürlich wurde das Wasser um so reicher an Wasserstoffsuperoxid, je länger es unter den er-

wähnten Umständen sich befand, so dass schon im Laufe einer Woche eine Flüssigkeit erhalten wurde, welche die HO_2-Reactionen in augenfälligster Weise hervorbrachte z. B. mittelst der Chromsäure den Aether auf das Tiefste lasurblau färbt, mit angesäuerter Kalipermanganatlösung oder einem gelösten Hypochlorit[4]) eine lebhafte Sauerstoffgasentwickelung verursachte.

Das Wachholderöl zeichnet sich aber auch noch dadurch vor andern obengenannten Camphenen aus, dass es schon in völliger Dunkelheit, mit Wasser und atmosphärischem Sauerstoff in Berührung gesetzt, die Bildung von Wasserstoffsuperoxid verursacht, obwohl, alles Uebrige sonst gleich, merklich langsamer, als sie unter dem Einflusse des Lichtes stattfindet. 30 Gramme Wassers mit 10 Grammen des Oeles in einer halblitergrossen lufthaltigen Flasche zusammengebracht und jeweilen geschüttelt, war in völliger Dunkelheit nach wenigen Tagen so HO_2-haltig geworden, dass sie unter Beihülfe SO_3-haltiger Chromsäurelösung ein gleiches Volumen damit geschüttelten Aethers deutlichst zu bläuen vermochten.

Mit dieser verhältnissmässig so rasch erfolgenden Bild-

4) Da nach meinen frühern Beobachtungen das Wasserstoffsuperoxid und die gelösten Hypochlorite unter Entbindung gewöhnlichen Sauerstoffgases in Wasser und Chlormetall sich umsetzen, so wendet man am Besten die Lösung eines unterchlorichtsauren Salzes an, wenn es sich darum handelt, die HO_2-Haltigkeit des Wassers an der Sauerstoffentbindung nachzuweisen, durch welches Mittel in der That schon äusserst kleine Mengen des fraglichen Superoxides sich entdecken lassen. Meinen Versuchen gemäss färbt ein Wasser, welches $^1/_{40000}$ HO_2 enthält, ein gleiches Volumen damit geschüttelten Aethers unter der Mitwirkung einiger Tropfen SO_3-haltiger Chromsäurelösung eben noch wahrnehmbar bläulicht und das gleiche Wasser, mit einigen Tropfen Hypochloritlösung vermischt, zeigt auch noch deutlich die Entwickelung von Gasbläschen.

ung des Wasserstoffsuperoxides hält natürlich auch die Sauerstoffverschluckung gleichen Schritt, wie aus folgendem Versuch erhellt. In ein weites Probegläschen von 25^{cc} Inhalt wurde ein Gramm Wachholderöles und so viel Wasser eingeführt, dass beide Flüssigkeiten 10^{cc} einnahmen. Die Röhre umgestürzt und in ein mit Wasser gefülltes Becherglas so gestellt, dass der Spiegel des innern Oeles mit demjenigen des äussern Wassers in einer Ebene lag, wurde der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt und schon am zweiten Tage war das Volumen der über dem Camphen stehenden Luft von 15- auf 12^{cc} vermindert und somit aller im Probegläschen vorhanden gewesene Sauerstoff verschwunden, wesshalb sich das Wachholderöl vielleicht als eudiometrisches Mittel anwenden liesse.

Was die Wirksamkeit der übrigen von mir untersuchten Camphenöle betrifft, so steht sie noch derjenigen des Terpentinöles nach, welches in dieser Beziehung doch schon ziemlich weit vom Wachholderöl sich entfernt. So weit meine bisherigen Versuche gehen, zeigen dieselben, dass das Vermögen der Camphene, bei Gegenwart von Wasser und Sauerstoffgas die Bildung von Wasserstoffsuperoxid zu verursachen, dem Grade ihrer Oxidirbarkeit entspricht, welcher trotz der Gleichheit der Zusammensetzung dieser Oele ein sehr verschiedener ist. So z. B. oxidirt sich nach meinen Beobachtungen das Terpentinöl ungleich rascher als das Zitronenöl und das erst genannte Camphen ist es auch, welches unter sonst ganz gleichen Umständen eine viel grössere Menge von HO_2 erzeugt, als diess das Zitronenöl thut. Völlig ähnlich den Camphenen verhält sich eine Anzahl anders zusammengesetzter flüssiger Kohlenwasserstoffe, wie z. B. das gewöhnliche Steinöl, das amerikanische Petroleum, manche bei der trockenen Destillation der Steinkohlen, des Holzes u. s. w. entstehenden beweglichen Oele und namentlich das Benzol, welche Substanzen bei An-

wesenheit von Wasser der Einwirkung des beleuchteten Sauerstoffes ausgesetzt, ziemlich rasch die Bildung von Wasserstoffsuperoxid bewirken und ich will hier nicht unbemerkt lassen, dass in dieser Beziehung das Steinöl am Wirksamsten sich verhält, obwohl ihm das amerikanische Petroleum und das Benzol wenig nachstehen.

Hundert Gramme Wassers mit 25 Grammen farblosen Steinöles unter öfterm Schütteln fünf Tage lang der Einwirkung besonneter atmosphärischer Luft ausgesetzt, vermochten unter Beihülfe SO_3-haltiger Chromsäurelösung ein gleiches Volumen damit geschüttelten Aethers schon ziemlich tief lasurblau zu färben, wie ich auch mit den andern genannten Kohlenwasserstoffen in nicht viel längerer Zeit Wasser erhielt, welches diese so charakteristische Reaction in augenfälligster Weise hervorbrachte. Bemerkenswerth dürfte hier auch noch die Thatsache sein, dass alle die Camphen- und andern Oele, welche vor ihrer Behandlung mit Wasser und beleuchteter Luft vollkommen farblos waren, während derselben sich nach und nach gelb färbten und aus dem Steinöl allmälig eine bräunliche in Weingeist lösliche Substanz sich ausschied.

Da bekanntlich auch die meisten sauerstoffhaltigen ätherischen Oele unter Bildung von Harzen, Säuren u. s. w. Sauerstoff aus der Luft aufnehmen, so durfte man vermuthen, dass auch sie die Bildung von HO_2 zu veranlassen vermögen, was wirklich der Fall ist.

Fünfzig Gramme Wassers mit 10 Grammen Zimmtöles und beleuchteter atmosphärischer Luft unter jeweiligem Schütteln eine Woche lang in Berührung gesetzt, zeigten die HO_2-Reactionen in augenfälligster Weise: deutlichste Bläuung des damit geschüttelten Aethers bei Anwesenheit einiger SO_3-haltiger Chromsäurelösung, merkliche Gasentwickelung durch Hypochloritlösung u. s. w. und ähnlich verhielten sich das Pfeffermünz-, Lavendel-, Kümmelöl u. a. m.

Von fetten Körpern habe ich bis jetzt nur die Oelsäure untersucht, welche bekanntlich ziemlich rasch Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und desshalb vermuthen liess, dass auch diese Materie bei Anwesenheit von Wasser und gewöhnlichem Sauerstoff Erzeugung von HO_2 verursachen werde, welche in der That stattfindet, obwohl sie etwas langsam erfolgt. Nachdem 50 Gramme Wassers mit eben so viel Oelsäure in einer litergrossen Flasche unter häufigem Schütteln einige Wochen lang der Einwirkung beleuchteter Luft ausgesetzt gewesen, vermochten dieselben unter den oft erwähnten Umständen den Aether wenn auch nicht tief doch noch deutlichst zu bläuen und daher auch die übrigen HO_2-Reactionen augenfälligst hervorzubringen z. B. wenn erst mit einigen Tropfen Bleiessigs versetzt, den Jodkaliumkleister bei Zusatz von Essigsäure auf das Tiefste zu bläuen (eines der empfindlichsten Mittel die Anwesenheit von HO_2 zu erkennen), mit einigen Tropfen Hypochloritlösung vermischt, eine sichtliche Gasentwickelung zu verursachen u. s. w.

Ich darf die Beschreibung der Ergebnisse meiner Versuche nicht schliessen, ohne noch der allgemeinen Thatsache Erwähnung zu thun, dass das HO_2-haltige Wasser, welches bei der langsamen Oxidation der oben erwähnten so verschiedenartigen Materien erhalten wurde, ohne irgend eine Ausnahme das Lakmuspapier mehr oder weniger stark röthete, woraus erhellt, dass dabei die Bildung des Wasserstoffsuperoxides mit der Erzeugung von Säuren immer zusammenfällt und somit auch in dieser Hinsicht die langsame Verbrennung des Phosphors als Vorbild der langsamen Oxidation aller organischen Substanzen betrachtet werden darf.

Bei der theoretischen Wichtigkeit des Gegenstandes kann ich nicht umhin, an die im Voranstehenden beschriebenen Thatsachen noch einige allgemeine Betrachtungen zu knüpfen über die bei gewöhnlicher Temperatur durch den

atmosphärischen Sauerstoff bewerkstelligten Oxidationen, welche man wohl als die umfangreichsten und wichtigsten aller chemischen Vorgänge bezeichnen darf, insofern auf denselben tiefgreifende und für den Haushalt der Erde bedeutungsvollste Erscheinungen beruhen, wie z. B. die Respiration der Thiere, die Verwesung organischer Materien wie auch mannigfaltigste Veränderungen unorganischer Stoffe.

Da die Natur zur Erreichung ihrer vielartigen Zwecke immer der einfachsten Mittel sich bedient und Tausende scheinbar von einander gänzlich verschiedener Wirkungen nach einem Gesetze hervorbringt, so lässt sich auch zum Voraus vermuthen, dass die unter den gewöhnlichen Temperaturverhältnissen in der atmosphärischen Luft Platz greifenden Oxidationen auf die gleiche Weise zu Stande kommen, ob dieselben auf unorganische oder organische Materien sich beziehen.

Wenn es, scheinbar wenigstens, auch Ausnahmsfälle giebt, so darf erfahrungsgemäss es doch als allgemeine Regel gelten, dass der reine oder atmosphärische Sauerstoff für sich allein und ohne die gleichzeitige Mitwirkung des Wassers, wozu in manchen Fällen auch noch diejenige des Lichtes kommt, weder einfache noch zusammengesetzte Stoffe bei gewöhnlicher Temperatur zu oxidiren vermag.

Es sind jedoch im Laufe der letzten dreissig Jahre eine Reihe von Thatsachen von mir ermittelt worden, welche nach meinem Dafürhalten keinen Zweifel mehr darüber walten lassen, dass unter dem Einflusse gewisser physikalischer und chemischer Agentien der gewöhnliche Sauerstoff so verändert werden kann, dass er schon bei gewöhnlicher Temperatur die Oxidation vieler Materien in raschester Weise zu bewerkstelligen vermag, gegen welche derselbe in natürlichen Zustande unter sonst gleichen Umständen völlig gleichgültig sich verhält, wie uns hievon die Oxidation des Silbers ein sehr schlagendes Beispiel liefert. Und aus der

weitern Thatsache, dass eine Anzahl O-haltiger Körper oxidirende Wirkungen hervorbringen gleich denen, welche der durch irgend ein Agens thätig gemachte freie Sauerstoff verursacht, glaubte ich schliessen zu dürfen, dass in den besagten Körpern dieses Element trotz seiner chemischen Gebundenheit noch im thätigen Zustande sich befinde.

Da meine Versuche des Fernern gezeigt erstens, dass der freie thätige Sauerstoff (das Ozon) auf gewisse andere Sauerstoffverbindungen desoxidirend einwirke wie z. B. auf das Wasserstoffsuperoxid, welches unter Verschwinden des Ozons und Auftreten gewöhnlichen Sauerstoffes zu Wasser reducirt wird und zweitens, dass auch die beiden bezeichneten Oxidgruppen gegenseitig sich desoxidiren ebenfalls unter Entbindung gewöhnlichen Sauerstoffgases, genau zur Hälfte aus der einen Oxidart, zur Hälfte aus der andern stammend, so schienen mir diese und noch einige andere hieher gehörigen Thatsachen zu der Folgerung zu berechtigen, dass es ausser dem gewöhnlichen Sauerstoff noch zwei weitere einander entgegengesetzt thätige Modificationen dieses Grundstoffes gebe, welche ich Ozon und Antozon und deren Verbindungen mit andern Materien „Ozonide“ und „Antozonide“ genannt habe.

Nicht sehr lange nach Entdeckung der Thatsache, dass bei der Electrolyse des Wassers an der positiven Electrode neben gewöhnlichem Sauerstoff auch Ozon auftrete und freies O durch Electrisiren ozonisirt werde, fand ich, dass bei der langsamen Verbrennung des Phosphors merkliche Mengen thätigen Sauerstoffes zum Vorschein kommen, welche Thatsache anfänglich nicht nur stark bezweifelt, sondern sogar in Abrede gestellt wurde. Allerdings stand die Angabe, dass neben dem so leicht oxidirbaren Phosphor ein äusserst kräftig oxidirendes Agens auftrete, mit den damaligen Vorstellungen der Chemiker in so üblem Einklange, dass die über das Dasein des Ozons geäusserten Zweifel mir keines-

weges unerwartet waren, obwohl man von der Richtigkeit meiner Angaben durch eine genaue Wiederholung der von mir beschriebenen Versuche leicht sich hätte überzeugen können. Ein solches Schicksal haben aber bis jetzt alle neuentdeckten und von der Gewöhnlichkeit stark abweichenden Thatsachen gehabt und es wird diess wohl auch fernerhin der Fall sein schon desshalb, weil in der moralischen Welt das Gesetz der Trägheit eben so gut als in der materiellen seine Geltung hat.

In Betracht der allgemeinen Thatsache, dass der gewöhnliche Sauerstoff für sich allein bei gewöhnlicher Temperatur keine oxidirende Wirksamkeit zeigt und von der Voraussetzung ausgehend, dass wie das Ozon und Antozon zu gewöhnlichem oder neutralem Sauerstoff (O) sich auszugleichen vermögen, so umgekehrt auch der Letztere unter geeigneten Umständen in seine beiden thätigen Modifikationen (⊖ und ⊕) auseinander gehen könne, musste ich es für wahrscheinlich halten, dass der langsamen Oxidation so vieler Materien, welche der neutrale Sauerstoff unter der Mitwirkung des Wassers schon bei gewöhnlicher Temperatur als O zu bewerkstelligen scheint, dessen chemische Polarisation (wie ich der Kürze halber diesen Entzweiungsvorgang zu bezeichnen pflege) vorausgehe und das hierbei auftretende Ozon mit der vorhandenen oxidirbaren Materie sich verbinde, während das complementäre Antozon mit dem Wasser zu HO_2 zusammentrete.

Die bezeichneten Thatsachen und Vermuthungen waren es, welche mich veranlassten zu untersuchen, ob bei der langsamen Verbrennung des Phosphors, die ich damals schon als das Vorbild aller langsamen unter der Mitwirkung des Wassers in der atmosphärischen Luft stattfindenden Oxidationen betrachtete, nicht ausser dem Ozon auch noch Wasserstoffsuperoxid zum Vorschein komme, dessen Bildung, wie man leicht einsiehet, Platz greifen musste, wenn nach

meiner Vermuthung bei der besagten Verbrennung der neutrale Sauerstoff in seine beiden thätigen Modificationen sich spalten würde. Wie aus meinen frühern Mittheilungen bekannt ist, bilden sich unter den erwähnten Umständen in der That auch merkliche Mengen von HO_2 und nach Feststellung dieser Thatsache konnte es für mich kaum mehr zweifelhaft sein, dass auch noch in andern Fällen langsamer Oxidation das gleiche Superoxid erzeugt werde. Mit Hülfe der von mir aufgefundenen für HO_2 eben so empfindlichen als sichern Reagentien wurde es mir leicht darzuthun, dass bei der langsamen Oxidation einer Anzahl von Metallen z. B. des Zinkes, Kadmiums, Bleies u. s. w. Wasserstoffsuperoxid sich bilde und bei derjenigen des letztgenannten Metalles vermochte ich die weitere und in theoretischer Hinsicht nicht unwichtige Thatsache zu ermitteln, dass der bei dieser Oxidation verbrauchte Sauerstoff zur Hälfte an das Blei trete, zur Hälfte zum Wasser gehe, um Wasserstoffsuperoxid zu erzeugen.

Meine spätern Versuche stellten heraus, dass auch bei der langsamen Oxidation einiger organischer Materien z. B. der in Wasser gelösten Gerbsäuren, Gallussäuren, Pyrogallussäuren und des Hämatoxylins HO_2 gebildet werde und zwar rasch und ziemlish reichlich (namentlich bei derjenigen der Pyrogallussäure) bei Anwesenheit alkalischer Substanzen. Eben so fand ich, dass beim Zusammentreffen gewöhnlichen Sauerstoffes mit dem an Alkalien gebundenen Indigoweiss (der Küppe der Färber) merkliche Mengen von Wasserstoffsuperoxid entstehen, welche Bildungsweise in mehr als einer Hinsicht die merkwürdigste ist.

Wie aus obigen Angaben zu ersehen ist, haben die Ergebnisse meiner neuesten Untersuchungen die Zahl der organischen Materien, bei deren langsamer, durch den atmosphärischen Sauerstoff bewerkstelligte Oxidation HO_2 erzeugt wird, noch bedeutend vermehrt, so dass wir heut

schon Dutzende unorganischer und organischer Stoffe kennen, deren langsame Oxidation die Bildung dieses Superoxides zur Folge hat.

Wenn nun aber so ganz verschiedenartige oxidirbare Materien wie der Phosphor, das Zink, die Gerbsäuren, das Indigoweiss, der Aether, Amylalkohol, die Camphene, die flüssigen Kohlenwasserstoffe überhaupt, die sauerstoffhaltigen ätherischen Oele, die Oelsäure u. s. w. bei ihrer langsamen Oxidation die Erzeugung von HO_2 verursachen, so lässt sich kaum daran zweifeln nicht nur, dass noch viel andere bei gewöhnlicher Temperatur sich oxidirende Substanzen ein solches Verhalten zeigen werden, sondern dass auch bei jeder langsamen Oxidation, für deren Stattfinden die Anwesenheit von Wasser eine unerlässliche Bedingung ist, Wasserstoffsuperoxid gebildet werde. Hängt aber meiner Annahme gemäss die Bildung des unter diesen Umständen auftretenden Superoxides mit der chemischen Polarisation des neutralen Sauerstoffes zusammen, so würde hieraus folgen, dass dieser Sauerstoff als solcher zu jeglichem Oxidationswerk unfähig sei und dasselbe erst dann zu vollbringen vermöge, nachdem er in seine beiden thätigen Modificationen auseinander gegangen, welche Spaltung durch zwei gleichzeitig wirkenden chemischen Ursachen bestimmt wird: durch das Bestreben der oxidirbaren Materie mit dem Ozon und durch die Neigung des Wassers mit dem Antozon zu Wasserstoffsuperoxid sich zu verbinden.

Nach den voranstehenden Auseinandersetzungen ist kaum nöthig noch ausdrücklich zu bemerken, dass nach meinem Dafürhalten die Oxidationsvorgänge, welche in Folge des Athmens im thierischen Organismus stattfinden, wie auch diejenigen, auf welchen die Verwesung organischer Materien beruhet, nicht durch den neutralen Sauerstoff als solchen verursacht werden, sondern dass den besagten Vorgängen ebenfalls die chemische Polarisation dieses Elementes

vorausgehe, welche Ansicht ich übrigens schon längst ausgesprochen habe und die ich nur desshalb jetzt wieder erwähne, weil die in der voranstehenden Mittheilung gemachten Angaben mir weitere thatsächlichere Gründe für die Richtigkeit meiner Annahme zu liefern scheinen.

Um auch noch einige Worte über diejenigen Oxidationen zu sagen, welche bei höhern Temperaturen ohne Beisein des Wassers von der Mitwirkung einer andern Materie scheinbar durch den neutralen Sauerstoff als solchen bewerkstelliget werden, wie uns hievon die rasche Verbrennung so vieler Körper ein Beispiel liefert, so halte ich es für wahrscheinlich, dass auch unter diesen Umständen der wirklichen Oxidation der Materien die chemische Polarisation des neutralen Sauerstoffes vorausgehe und in der Regel das Ozon es sei, durch welche das Oxidationswerk vollbracht wird. Der Umstand, dass hierbei, bis jetzt wenigstens, weder die eine noch die andere thätige Modification des Sauerstoffes wahrgenommen worden ist, beweist, wie mir scheint, Nichts gegen die Richtigkeit meiner Vermuthung; denn wir wissen, dass das freie Ozon und Antozon schon bei einer Temperatur von 150° wieder in neutralen Sauerstoff übergeführt werden. Wenn also z. B. bei der Erhitzung des Phosphors auch das mit demselben in Berührung stehende O in ⊕ und ⊖ sich spaltete und Letzteres allein zur Bildung der Phosphorsäure beitrüge, so könnte das rückständige complementäre ⊕ die obwaltende Temperatur nicht aushalten, d. h. müsste sich in O umwandeln, um unter dem zweifachen Einflusse noch unverbrannten Phosphors und der Wärme abermals chemisch polarisirt zu werden, so dass ein gegebenes Volumen neutralen Sauerstoffgases bei Anwesenheit einer gehörigen Menge von Phosphor gerade so vollständig verschwinden müsste, als ob das besagte Gas schon anfänglich ozonisirter Sauerstoff gewesen wäre.

In dieser Beziehung lässt sich die langsame — mit der raschen Verbrennung des Phosphors vergleichen, denn es ist eine schon längst bekannte Thatsache, dass der athmosphärische Sauerstoff gleichzeitig mit Wasser und einer gehörigen Menge Phosphors in einem verschlossenen Gefässe in Berührung gesetzt, unter Bildung von Phosphor- und phosphorichter Säure verschwindet, so dass es scheint, als ob wie bei der raschen- so auch langsamen Verbrennung des Phosphors der gewöhnliche Sauerstoff als solcher von der vorhandenen oxidirbaren Materie aufgenommen werde, wie man diess längere Zeit auch annehmen musste. Dass dem aber nicht so sei und unter diesen Umständen (gleichsam als Zwischenstufe des in Rede stehenden Oxidationsvorganges) freies Ozon und Wasserstoffsuperoxid zum Vorschein kommen, haben meine Versuche ausser Zweifel gestellt, aus welcher Thatsache ich den Schluss ziehe, dass die langsame Verbrennung des Phosphors eine Folge der vorangegangenen chemischen Polarisation des neutralen Sauerstoffes sei und die Oxidation jenes Körpers durch das Ozon allein bewerkstelliget werde. Dass auch das in dem verschlossenen Gefäss während der besagten Verbrennung frei auftretende Ozon mit dem Phosphor allmälich sich verbindet, versteht sich von selbst, es fragt sich aber, was aus dem Sauerstoff werde, welcher zur Bildung des Wasserstoffsuperoxides verwendet worden. Dass Letzteres längere Zeit mit Phosphor in Berührung stehen könne, habe ich schon vor Jahren gezeigt aber auch beobachtet, dass es doch allmählich verschwinde unter Bildung von Phosphorsäure, so dass es aussiehet, als ob das Wasserstoffsuperoxid doch, wenn auch langsam, auf den Phosphor oxidirend einzuwirken vermöge. Dem ist aber in Wirklichkeit nicht so und verhält sich die Sache in folgender Weise. Aus einer uns noch völlig unbekannten Ursache zerfällt schon bei gewöhnlicher Temperatur HO_2 von selbst nach und nach in

Wasser und neutralen Sauerstoff, welche scheinbar freiwillige Zersetzung natürlich eben so bei An- als Abwesenheit des Phosphors stattfindet. Kommt nun das aus HO_2 stammende O mit P und HO in Berührung, so wird es wie jeder andere gewöhnliche Sauerstoff chemisch polarisirt und wirkt das in Folge hievon auftretende Ozon oxidirend auf den Phosphor ein, während das complementäre Antozon mit Wasser HO_2 erzeugt, welches allmälich ebenfalls wieder in HO und O zerfällt und wie man leicht einsiehet, geht die spontane Zersetzung und Wiederbildung von HO_2 wie auch die Oxidation des Phosphors so lange fort, bis alles ursprünglich vorhanden gewesene und sekundär erzeugte Superoxid verschwunden ist.

Im Wesentlichen finden bei der langsamen Verbrennung des Phosphors die eben beschriebenen Vorgänge statt: erst Entzweiung des neutralen Sauerstoffes in Ozon und Antozon, hierauf erfolgende Oxidation des Phosphors durch $\ominus$ und Verbindung des $\oplus$ mit HO zu Wasserstoffsuperoxid; allmäliche spontane Zersetzung des Letztern in O und HO, welche durch das vorhandene freie Ozon noch beschleuniget wird, abermalige Polarisation dieses O u. s. w., so dass also auch bei der langsamen- wie bei der raschen Verbrennung des Phosphors aller vorhandene Sauerstoff zur Bildung von Phosphorsäure verwendet wird.

Zu Gunsten der Vermuthung, dass unter dem Einflusse oxidirbarer Materien und der Wärme auch der wasserfreie neutrale Sauerstoff in seine zwei thätigen Modificationen auseinander gehe und je nach der Natur des vorhandenen oxidirbaren Körpers dessen Oxidation entweder durch $\oplus$ oder $\ominus$ bewerkstelliget werde, dürften vielleicht auch die im Nachstehenden bezeichneten Thatsachen sprechen.

Das Bariumsuperoxid, bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen gleichgültig gegen den neutralen Sauerstoff, nimmt bekanntlich im erhitzten Zustande ziemlich gierig ein

Aequivalent dieses Gases auf, dadurch in ein Superoxid sich verwandelnd, welches sich wie im Antozonid verhält und dem ich desshalb die Formel BaO+⊕ gebe. Auch wissen wir, dass unter den gleichen Umständen das Kali und Natron, noch leichter aber die Metalle dieser Oxide zu antozonidischen Superoxiden oxidirt werden. Eben so bekannt ist, dass einige Oxide der schweren Metalle beim Erhitzen in gewöhnlichem Sauerstoffgas sich höher oxidiren und der hiebei aufgenommene Sauerstoff im Θ-Zustande sich befindet, wie uns hievon das Bleioxid ein Beispiel liefert, welches unter den erwähnten Umständen in Mennige d. h. in eine Verbindung von Bleisuperoxid (PbO+Θ) mit Bleioxid sich verwandelt. Noch andere Metalle oder deren Oxide sind so, dass sie mit alkalischen Substanzen in Berührung gesetzt und in gewöhnlichen Sauerstoffgas gehörig erhitzt, zu Säuren sich oxidiren, welche Oxide sind, wie uns hievon das Mangan und dessen Oxid ein Beispiel liefern.

Wie dem Allem aber auch sein möge, so viel ist gewiss, dass die Hypothese der chemischen Polarisirbarkeit und dreier allotropen Zustände des Sauerstoffes alle meine neuern Untersuchungen über die langsame Oxidation geleitet hat und ich ihr allein die Ermittelung von Thatsachen verdanke, welche, wie man dieselben auch deuten möge, für die theoretische Chemie ihre Bedeutung haben. Schon ihrer Fruchtbarkeit allein halber werde ich daher diese meine Ansichten so lange festhalten, bis ihre Unrichtigkeit durch Thatsachen (nicht durch Formeln) dargethan sein wird, was bis jetzt noch nicht geschehen ist.

Nachtrag zu der voranstehenden Mittheilung.

Da nach meinem Dafürhalten die Ergebnisse meiner ältern und neuern Sauerstoffuntersuchungen es so gut als gewiss machen, dass die langsame Verbrennung des Phos-

phors das Vorbild aller in der atmosphärischen Luft bei gewöhnlicher Temperatur stattfindenden Oxidationen sei, so finde ich es angemessen, auf jenen typischen Vorgang zurückzukommen und noch einige weitere Thatsachen zur Kenntniss der Chemiker zu bringen, von denen ich glaube, dass sie ebenfalls zu Gunsten meiner Annahme sprechen.

Es ist von mir zu seiner Zeit gezeigt worden, dass bei der langsamen Verbrennung des Phosphors neben freiem Ozon gleichzeitig Wasserstoffsuperoxid auftrete gerade so, wie diess auch bei der Electrolyse des Wassers geschieht und dass in beiden Fällen alle Umstände, welche das Auftreten des Ozons hemmen, auch dasjenige des Superoxides verhindern, welches Zusammengehen durch meine Polarisationshypothese leicht erklärlich ist.

Es gibt indessen viele Fälle langsamer Oxidation unorganischer und organischer Stoffe, wo zwar HO_2 gebildet wird, aber kein freies Ozon auftritt, wie diess z. B. bei der Oxidation vieler Metalle: des Zinkes, Kadmiums, Bleies u. s. w. der Pyrogallussäure, des an Alkalien gebundenen Indigoweiss u. s. w., der Fall ist. Als Regel lässt sich angeben, dass bei der langsamen Oxidation aller Materien, welche während dieses Vorganges im festen oder flüssigen Zustande sich befinden, keine Spur freien Ozons, sondern nur Wasserstoffsuperoxid zum Vorschein kommt.

Anders verhält sich die Sache bei der langsamen Oxidation solcher Substanzen, welche schon bei gewöhnlicher Temperatur mehr oder weniger leicht verdampfen, wobei nach meinen Beobachtungen immer ozonisirter Sauerstoff auftritt.

Dass der Phosphor schon bei gewöhnlicher Temperatur verdampft, wenn auch in einem schwachen Grade, ist bekannt und ich habe in einigen meiner frühern Arbeiten über die langsame Verbrennung des genannten Körpers gezeigt, dass bei diesem Vorgang um so reichlicher Ozon und

Wasserstoffsuperoxid zum Vorschein kommen, je günstiger die Umstände für die Verdampfung des Phosphors sind. Alles Uebrige sonst gleich verdunstet derselbe rascher bei höherer als niederer Temperatur, in dünnerer- leichter als in dichterer Luft und diese die Verdampfung des Phosphors fördernde Umstände sind es auch, welche das Auftreten des Ozons und die Bildung des Wasserstoffsuperoxides begünstigen, wie umgekehrt Temperaturerniedrigung oder Verdichtung der Luft die beiden Vorgänge hemmen.

Diese und noch einige andere Thatsachen liessen mich daher vermuthen, dass der dampfförmige und nicht der feste Phosphor es sei, durch welchen die Ozonisation des atmosphärischen Sauerstoffes eingeleitet werde und wie mir scheint, ist gerade diese Dampfförmigkeit die physikalische Bedingung, damit ein Theil des auftretenden gasförmigen Ozons in das umgebende Luftmedium sich zerstreuen könne, ohne sofort vom Phosphor aufgenommen zu werden, dessen Dampf als solcher nicht durch die überstehende Luft sich zu verbreiten vermag, weil derselbe nach Massgabe seiner Bildung durch einen Theil des Ozons in der Nähe des festen Phosphors oxidirt wird.

Dass auch bei der langsamen Verbrennung des Aetherdampfes neben Wasserstoffsuperoxid ozonisirter Sauerstoff auftritt, haben meine früheren Versuche dargethan und nachstehende Angaben werden zeigen, dass ein Gleiches geschehe bei der langsamen Oxidation aller Materien, welche schon bei gewöhnlicher Temperatur mehr oder weniger flüchtig sind und die Bildung von Wasserstoffsuperoxid veranlassen.

Bekanntlich ist das feuchte Jodkaliumstärkepapier eines der empfindlichsten Reagentien auf den ozonisirten Sauerstoff, welcher dasselbe bläuet; weniger, aber doch noch ziemlich empfindlich sind durch Indigotinktur gebläuete Papierstreifen, welche durch das Ozon gebleicht werden.

Es können desshalb die genannten Reagenspapiere dazu dienen, das Vorhandensein schon sehr kleiner Ozonmengen in der atmosphärischen Luft darzuthun. Hängt man in kleinern lufthaltigen Flaschen, deren Boden mit dem oben erwähnten HO_2-erzeugenden flüchtigen Oelen bedeckt ist, feuchte Streifen von Jodkaliumstärke- oder Indigopapier auf, so werden Erstere gebläuet, Letztere gebleicht werden, rascher oder langsamer, je nach den obwaltenden Umständen, wobei als Regel gelten kann, dass, alles Uebrige sonst gleich, die Ozonwirkung um so rascher erfolgt, je schneller die im Gefäss befindliche verdampfbare Materie bei ihrer langsamen Oxidation HO_2 zu erzeugen vermag. Versteht sich von selbst, dass die Temperatur einen sehr merklichen Einfluss ausübt und zwar in der Weise, dass das Auftreten des Ozons, d. h. die Bläuung und das Bleichen der genannten Reagenspapiere um so rascher erfolgt, je höher (innerhalb gewisser Grenzen) die Temperatur ist. In vielen Fällen wird die Ozonisation des über den flüchtigen Oelen stehenden atmosphärischen Sauerstoffes auch durch das Sonnenlicht begünstiget und zwar so, dass dieselbe unter sonst gleichen Umständen in völliger Dunkelheit entweder gar nicht oder nur langsam erfolgt, im zerstreueten Lichte merklich rascher und im unmittelbaren Sonnenlicht am Schnellsten stattfindet, wie diess natürlich auch wieder durch die langsamere oder raschere Bläuung oder Bleichung der erwähnten Reagenspapiere erkannt wird.

Bedeckt man den Boden lufthaltiger Flaschen von etwa vier Unzen Inhalt und fünf Zoll Höhe mit Wachholder-, Terpentin-, Steinöl und Benzol und hängt man in diesen Gefässen feuchte Streifen Jodkaliumstärkepapiers auf, so werden diejenigen, welche sich über dem Wachholderöle befinden, bei gewöhnlicher Temperatur und kräftiger Besonnung schon nach wenigen Minuten an ihren Rändern gefärbt und nach einer Viertelstunde über und über tief ge-

bläuet erscheinen, während die in den Terpentin- und Steinölflaschen aufgehangenen Streifen viel langsamer sich bläuen und am Langsamsten das in dem Benzolgefäss befindliche Reagenspapier. In ähnlicher Weise entfärben sich die Indigostreifen. Dieses Bläuen und Bleichen findet auch im zerstreueten Lichte statt, aber wie schon erwähnt langsamer, als im unmittelbaren Sonnenschein und noch viel langsamer in der Dunkelheit, in welcher sich unter den flüchtigen Oelen dasjenige des Wachholders ebenfalls wieder als das wirksamste Ozonisationsmittel erweist.

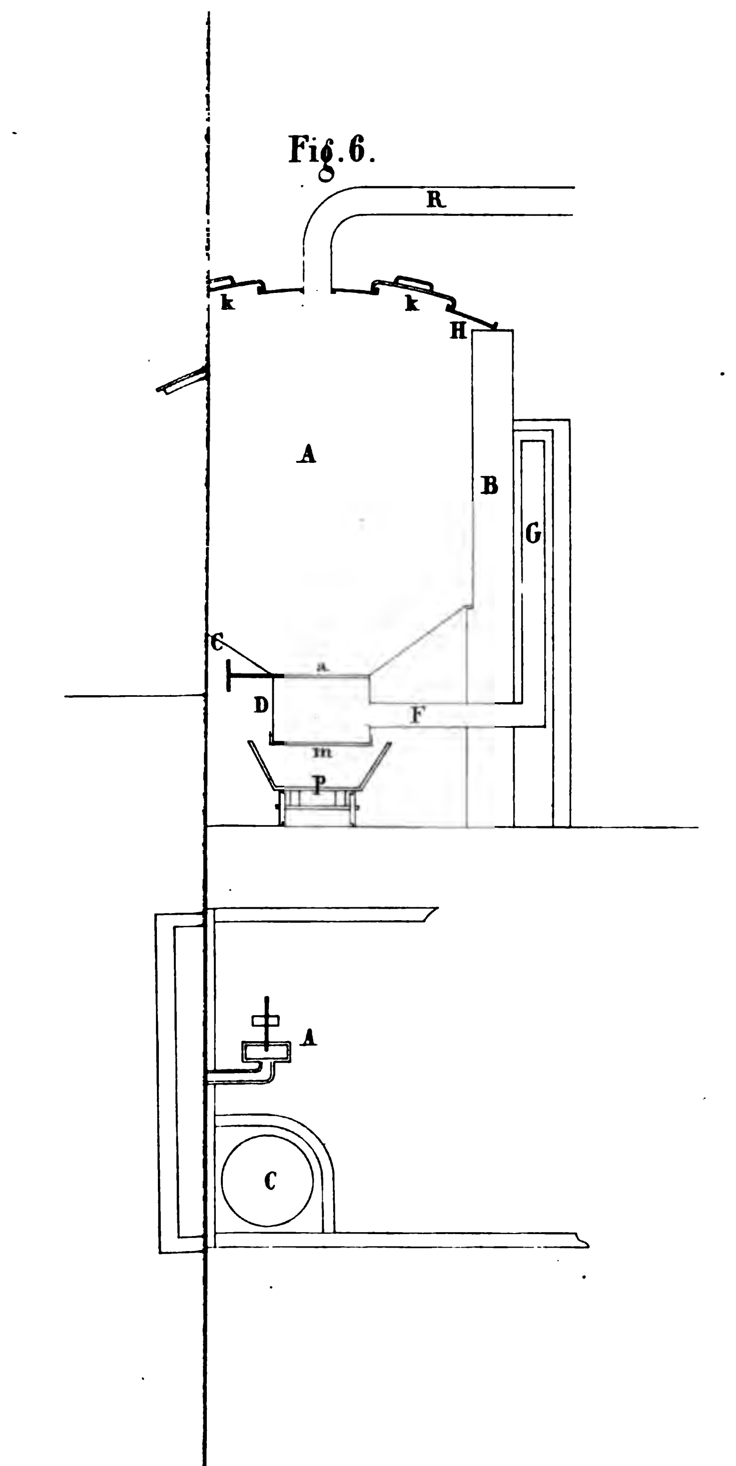
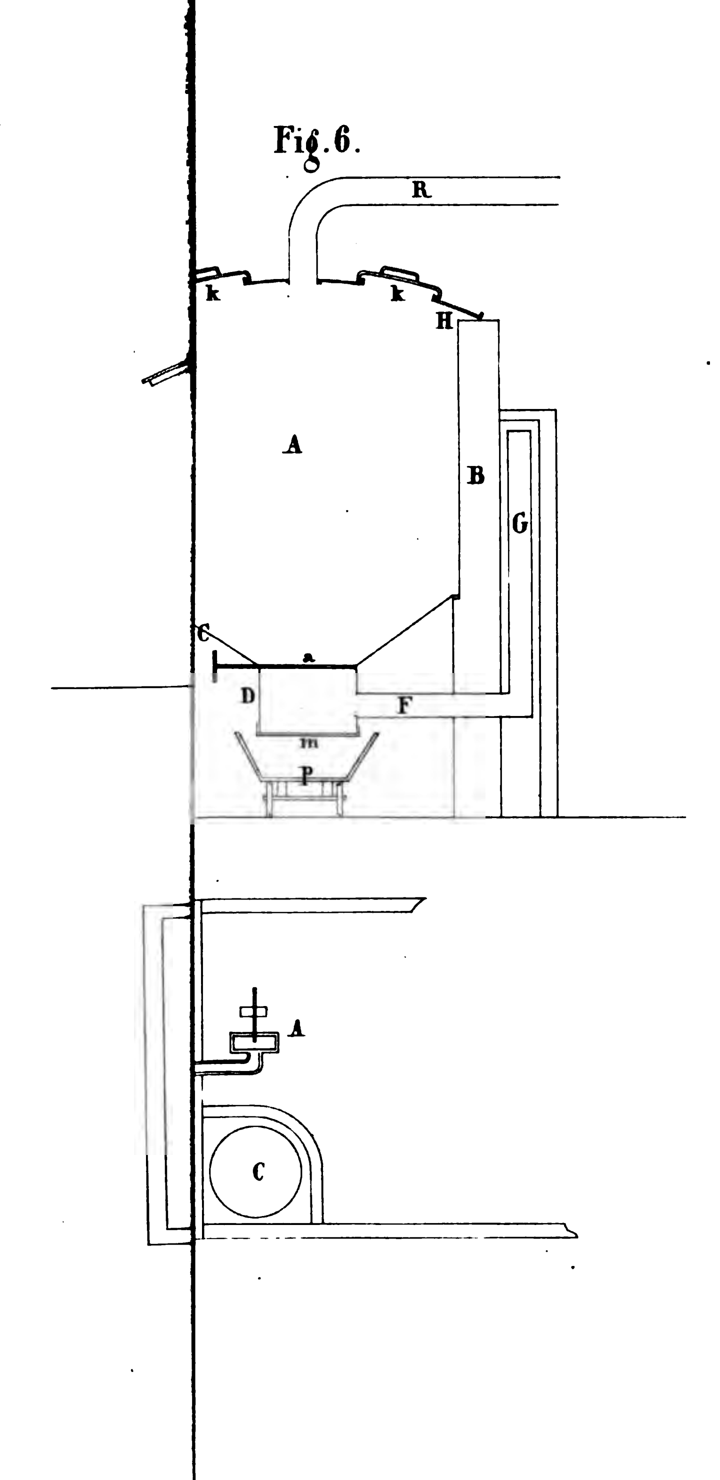


Fig. 6.
R
k
k
H
A
B
G
C
a
D
F
m
P
A
C


Fig. 6.
R
k
k
H
A
B
G
C
a
D
F
m
P
A
C

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Philosophisch-philologische Classe.
Sitzung vom 7. Juli 1866.

Herr Haneberg trägt vor:

„Ueber das Verhältniss von Ibn Gabirol zu der Encyklopädie der Ichwân uç çafâ."

Unter den arabischen Philosophen des mittelalterlichen Spaniens zeichnet sich vor Averroes durch Selbständigkeit des Standpunktes, wie durch Abrundung seines Systems vor allen andern, so viel bis jetzt bekannt, derjenige am meisten aus, welchen die lateinischen Scholastiker Avicebron nennen.

Es wollte lange nicht gelingen, ausfindig zu machen, wer denn der von Albertus magnus und Thomas von Aquin so oft genannte, meistens bekämpfte, Avicebron sei. Der gelehrte Munk in Paris hat, wie über mehrere andere Parthien der Geschichte der arabischen Philosophie, auch über diesen dunkeln Punkt Licht verbreitet; erst in kleinern zer-

streuten Aufsätzen [1]), dann in einem grössern Werke, welches im Jahre 1859 erschien (Mélanges de Philosophie Juive et Arabe). Munk wies nach, dass Avicebron die Corruption von Ibn Gabirol ist.

Dieser Philosoph, israelitischer Abkunft, war in Malaga geboren und hielt sich später in Saragossa auf, wo er im Jahre 1045 eine kleine Schrift ethischen Inhaltes schrieb (S. 155.) [2]).

Sein Hauptwerk [3]), welches die Lateiner als fons vitae citiren, ist im (arabischen) Original verloren gegangen. Auch liess sich keine vollständige hebräische Uebersetzung bis zur Stunde auftreiben. Dagegen war Munk so glücklich, den ausführlichen Auszug zu finden, welchen im 13. Jahrhundert Schem tob Palkira in hebräischer Sprache verfasste. Diesen Auszug gab Munk mit einer Uebersetzung und mit ausführlichen Erörterungen heraus. Es kam ihm wohl zu statten, dass sich auf der kaiserlichen Bibliothek zu Paris eine mittelalterliche lateinische Uebersetzung vorfand, aus welcher er zahlreiche, doch immerhin nicht ausreichende Proben mittheilt.

Während er mit der Bearbeitung dieser Materialien beschäftigt war, fand ein deutscher Gelehrter, Herr Seyerlen, in der Bibliothéque Mazarine eine zweite lateinische Uebersetzung, von welcher er sehr bedeutende Theile mit einer zusammenhängenden Analyse in den theol. Jahrbüchern von Baur und C. Zeller, Jahrgang 1856 und 57 herausgab.

---

1) Literaturblatt des Orients 1846. Nr. 46. S. 722 ff. Vgl. Richter, Kether Malchuth. Programm 1856.

2) Munk widerlegt (S. 156) die Nachricht des Dichters Al Harizi, wonach Ibn Gabirol im 29. Jahre seines Alters gestorben wäre.

3) Sehr bemerkenswerth ist das didaktische Gedicht Kether Malchuth, Königs-Krone, unter A. von Leopold Stein 1838 frei und von Richter wörtlich übersetzt.

Zwischen der Darstellung des Gabirol'schen Systems bei Seyerlen und Munk besteht im Einzelnen eine sehr starke Abweichung, so dass im Interesse der Geschichte der Philosophie eine vollständige Ausgabe der lateinischen Uebersetzung wünschenswerth erscheint. In vielen Dingen stimmt jedoch das Lateinische, soweit es vorliegt, mit dem Auszug des Palkira bei Munk so vollkommen überein, dass man diesem im Allgemeinen vertrauen kann.

Der Gegenstand des fons vitae ist die Hauptfrage der Ontologie, was der Grund und das Wesen aller Dinge sei.

Zur Beantwortung derselben benützt B. Gabirol den in den Dingen zunächst erscheinenden Gegensatz von Materie und Form, um im ersten Buche zu zeigen, dass es eine universelle Materie und Form geben müsse. Im zweiten Buche wird auf die Materie in ihrer körperlichen Erscheinung eingegangen, im dritten die Existenz von Substanzen erwiesen, welche von den Qualitäten des Körpers frei sind, im vierten Buche wird gezeigt, wie auch an der geistigen Substanz sich ein relativer Gegensatz von Materie und Form nachweisen lasse, im fünften endlich wird das Wesen der universellen Materie und Form bestimmt und was damit zusammenhängt.

Obwohl Ben Gabirol, den wir der Kürze wegen Gabirol nennen können, von dem in den Schulen des Mittelalters geläufigen Gegensatz von Materie und Form ausgeht, ist er kein Sklave der ältern Terminologie. Er benützt den ihm überlieferten Begriff mit Freiheit, um den Gegensatz von Geist und Stoff und den Zusammenhang zwischen Ewigem und Zeitlichem zu erklären.

Will man seinen Gedanken dem Gehalte[4]) nach kurz

4) Seine dialektische Methode ist eine Verbindung des analytischen Verfahrens mit dem induktorischen.

bezeichnen, so kann man von ihm sagen, dass er im Ganzen darauf ausgeht, das Wesen der geistigen Wirklichkeit zu beleben und andererseits die Natur zu vergeistigen. Man wird öfter an die bekannte Apologie der Materie von Schelling erinnert, wenn man Gabirols Auseinandersetzung hört; doch vermöge der originellen Art, wie er dem Willen in der Reihe der ontologischen Potenzen einen Hauptstelle anweist, möchte man ihn mit Schopenhauer vergleichen, wenn es nicht gerathener wäre, mit Uebergehung von immer einseitigen Parallelen das Thatsächliche festzuhalten.

Nach der Analyse von Seyerlen (l. c. Bd. XV. S. 496) wird im ersten Buche der Beweis für die Existenz einer allgemeinen Materie und Form in allen Dingen so geführt: „Die wesentlichen Eigenschaften der Materie sind, dass sie durch sich selber existirt, Eines Wesens ist und den Unterschied trägt und hält. Hat nun die Materie in Allem, was ist, diese Momente an sich, so ist damit erwiesen, dass die erste Materie in Allem ist, was ist. Dass aber Letzteres der Fall ist, dass alles Seyn die das Wesen der Materie ausmachenden Momente an sich hat, zeigt sich darin, dass der Verstand, wenn er jedem einzelnen Sinnending durch Abstraktion eine Form nach der andern ablöst, mit Nothwendigkeit am Ende auf Etwas kommt, das alle diese Formen trägt und hält. Dieser Eine letzte Grund, in welchem alle den Sinnen erscheinenden Formen der Dinge subsistiren, hat in Allem ganz denselben Charakter an sich, welcher das Wesen der Materie bezeichnet. Diese Eigenschaften aber könnten sich nicht in derselben Weise in Allem finden, wenn nicht in Allem die Materie als ein und dasselbe Wesen wäre. Die allgemeine Materie also ist nicht ausser den Dingen, als etwas von ihnen Verschiedenes, im Gegentheil, sie macht ihr innerstes verborgenes einheitliches Wesen aus. Ganz ebenso finden sich die wesentlichen Eigen-

schaften der Form, in einem Andern zu subsistiren, dessen Natur zu vollenden und zum Seyn zu führen, in allen Dingen. Sie könnten aber diesen einheitlichen formellen Charakter nicht haben, wenn nicht eine wesentlich einheitliche Form wäre, welche ihnen denselben mittheilte. Hat nun die Materie schlechthin in Allem, was ist, die Momente an sich, welche eben ihr Wesen bilden, die Form ebenso, so ist durch diese allgemeine Reflexion schon die allgemeine Form und Materie in Allem gefunden."

Diese Entwickelung zeigt sich nun freilich im Hebräischen des Palkira, welcher das erste Buch in neun kurze Paragraphen zusammengedrängt hat, nicht mit hinlänglicher Klarheit; die wesentliche Richtigkeit bestätigt sich aber durch den übereinstimmenden Anschluss des zweiten Buches.

„Ist im ersten Traktat die Untersuchung der sichtbaren Welt bis zu dem Körper, oder der Quantität, dem realen Raume vorgedrungen, auf welchem als ihrer Materie die Formen der Sinnenwelt, d. h. die Qualitäten sich erheben, hat man also das Wesen der Form als identisch gefunden mit dem Wesen der Qualität und in demselben enthalten, ebenso das Wesen der Materie als identisch mit der Quantität oder räumlichen Ausdehnung, so ist nun der weitere Verlauf des analytischen Processes der, dass dieser allgemeine Körper selbst in seine Elemente aufgelöst wird. Der Körper ist seinem Begriffe nach nichts Anderes, als die räumliche Ausdehnung in den drei Dimensionen der Länge, Breite und Höhe" (Sey. S. 499).

Stellen sich diese Momente zunächst als Form der palpablen Körperlichkeit dar, so sind sie selbst wieder als das materielle Substrat einer über der grobsinnlichen Körperlichkeit stehenden Substanz zu betrachten.

Die höhere Materie dient der unter ihr stehenden als Form und so erbaut sich ein Wechselbezug von Materie

und Form bis zur ersten Materie, welche alle Dinge in sich schliesst. (M. II. §. 1. S. 11.)

„Die Quantität in der körperlichen Sphäre wird von der materiellen Substanz getragen; die geistigen Substanzen werden wechselseitig durch sich getragen, wie von der Quantität die Qualitäten der Formen und Gestalt getragen werden und wie das Attribut der Quantität von der Substanz getragen wird. (M. II. §. 9. S. 16.).

„Alle Formen werden von der ersten Materie getragen, wie von der Quantität die Gestalt, Farbe u. dgl. Daraus erläutert sich, wie (nach Plato) die sichtbaren Dinge Bilder der unsichtbaren sind. So begreifst du denn auch, dass alle Dinge, als enthalten in der Urmaterie, deren Bestandtheile sind und dass sie alle umfasst." (Das. §. 10.)

Die Vorstellung dieses Grundes aller Dinge hat Schwierigkeit; nicht die Erfahrung, sondern die Speculation führt dorthin. Das verborgene Wesen der Dinge muss man dadurch zu erforschen anfangen, dass man von der Substanz ausgeht, welcher die neun Kategorien anhaften; diese Substanz ist das Bild der verborgenen Wesenheit. (II. §. 11.)

Im dritten Buche weist Gabirol nach, wie die 10 Kategorien[5]), welche zunächst bestimmt sind, die Erscheinungsformen des sinnlich Wahrnehmbaren zu bezeichnen, sich auf das Gebiet des Uebersinnlichen übertragen lassen. (III. 21. Munk S. 48.) Er findet darin eine neue Bestätigung für die Annahme einer Stufenfolge von Existenzen, zunächst für das Gegenüberstehen einer sinnlichen und idealen Welt. Neben den dialektischen Begründungen findet sich einmal eine bildliche Veranschaulichung, die an den indischen Purusha erinnert. „Willst du dir den Bau des Universums

5) Dass im II. Buche §. 11. neun, im dritten zehn Kategorien gezählt werden, erklärt sich daraus, dass dort die erste Kategorie, die der Substanz, den übrigen gegenüber gestellt wird.

vergegenwärtigen", d. h. das Verhältniss der materiellen Dinge und der geistigen Substanzen, so betrachte den Bau des Menschen. Der Körper des Menschen entspricht dem Weltleib, die geistigen Agentien, die jenen in Bewegung setzen, entsprechen den Weltpotenzen, welche den Weltleib bewegen; unter diesen gehorchen die niedern den höhern und sind ihnen (der Reihe nach) unterthan; bis die Bewegung das Gebiet des Geistes erreicht. Du findest, dass der Geist sie (diese Dinge) regiert . . . Daraus ergiebt sich für dich ein grosses Geheimniss und eine wichtige Thatsache, nämlich, dass die Bewegung der untern Weltpotenzen durch jene der obern Statt findet und dass jene diesen gehorchen bis die Bewegung zur erhabensten Potenz kommt. So findet man, dass alle Substanzen, oder Potenzen dieser höchsten unterworfen sind, ihr gehorchen, ihr folgen, indem sie sich ihrem Gebote fügen." (III. 44).

Zunächst wird aus der Analogie des sinnlichen und übersinnlichen Reiches geschlossen, dass der Gegensatz von Form und Materie in der geistigen Welt so gut bestehe, wie in der sinnlichen.

Im vierten Buche wird bewiesen, dass auch die geistigen Substanzen auf Materie und Form beruhen.

„Der Körper ist aus Materie und Form verbunden; der Körper aber ist die unterste Stufe der Substanz. Dieses Niederste als solches gehört einem Ganzen an; als niederste Stufe eines Ganzen muss es denselben Charakter an sich haben, wie das Ganze, wie umgekehrt . . .

Besteht also der Körper aus Materie und Form, so muss auch das Ganze, dessen Endziel er ist (?), dasselbe Wesen an sich haben . . . . (Seyerlen S. 109.)

Wie also die körperliche Substanz im Allgemeinen in drei Ordnungen gegliedert ist, den festen Körper, den feinen Körper, und Materie und Form, aus welchen diese beiden bestehen, so muss auch die geistige Substanz drei ent-

sprechende Ordnungen haben, 1) die geistige Substanz, welche unmittelbar auf die Körperwelt folgt, 2) die geistige Substanz, welche geistiger ist und 3) Materie und Form, aus welchen Beide zusammengesetzt sind.“ (S. 116).

So gewiss das Niedere Bild des Höheren ist, so gewiss hat auch die geistige Substanz Materie und Form an sich. (S. 117.)

Alle intelligiblen Substanzen kommen im Begriffe der Materie und Form miteinander überein; weil nun alle denselben Begriff der Materie gemeinsam haben, so muss dieses Gemeinsame eine allgemeine Materie sein, ebenso, weil auf alle in gleicher Weise der Begriff der Form seine Anwendung findet, muss eine reale allgemeine Form sein. (S. 118.)

Die Naivität, mit welcher Gabirol von dem begreiflich Allgemeinen auf eine allgemeine Realität schliesst, hängt mit seiner Vorstellung vom Geiste zusammen. Dieser ist nicht etwas der Naturwirklichkeit Entgegengesetztes, sondern vielmehr der Inbegriff aller Naturwesenheit.

„Alle Formen der Dinge sind im Wesen des Geistes (intellectus שכל)“ . . der Grund: Von jeder Sache, mit deren Wesen sich alle Formen vereinigen, kann man sagen, dass alle Formen in ihr sind.“ (V. 11) Die Seele — das Princip der Sinnenwahrnehmung und der Vorstellung — vereinigt sich mit den sinnlichen Formen, diese existiren in ihr (III 25). Will sie sich zur Erkenntniss des Wesens der Dinge (der Quidditas rei מהות הדבר) erheben, so muss sie sich mit dem Geiste vereinigen, damit dieser ihr das einfache Seyn mittheile[6]).

Das Denken selbst kann demnach als eine reale Bewegung der Dinge betrachtet werden. Durch Scheidung des Zufälligen wird sich der individuelle Geist seiner Verwandt-

6) כְּדֵי שֶׁיּוֹעִילֵהוּ הַהֲוָיָה הַפְּשׁוּטָה

schaft mit dem absoluten Geiste bewusst, in dessen Wesen zwar der letzte Grund der Differenzen zu suchen ist, aber auch die Auflösung derselben sich findet.

Die Differenz zeigt sich in zweifacher Hinsicht; als ein Uebereinander und ein Nebeneinander. Weder das eine, noch das andere beruht auf einem radikalen Unterschiede. Der logischen Trennung von Gattung und spezifischem Merkmal des Besonderen (genus und differentia) entspricht die reale, ontologische Trennung von Materie und Form; eine Vorstellung, die bereits Thomas von Aquin bei Gabirol vorfand: Existimavit quod secundum intelligibilem compositionem quae in rerum generibus invenitur, prout scilicet ex genere et differentia constituitur species, esset in rebus ipsis compositio realis intelligenda ut scilicet unius cujusque rei in genere existentis genus sit materia, differentia vero forma [7]). Dass hiebei der gewöhnliche Sprachgebrauch verlassen wird, ist Nebensache, Hauptsache ist die Uebertragung des Realen in's ideale Gebiet und die hiedurch erzielte Abschwächung des Unterschiedes von Form und Materie.

Das Moment, welches dem genus gegenüber als Differenz erscheint, ist selbst wieder ein relatives genus gegenüber einer engern Abart.

In anderer Weise hebt sich der Unterschied zwischen Form und Materie ontologisch so auf: „Die Substanz, welche Materie war für die Quantität (für palpable Existenz), ist selbst wieder Form für eine einfachere Materie und so ist der Unterschied zwischon Form und Materie ein relativer; Alles ist ebenso Form wie Materie und zwar in der Weise, dass immer die niedere Stufe des Seyns Form

---

7) Thomas Aq. de substantiis separatis Cap. V. de substantiarum separatarum essentia secundum Avicebron. In Summa philos. ed. Nemausiana 1853 t. I. p. 429.

ist für die höhere, Materie für die auf sie folgende. (Seyerlen S. 121.)

Jedermann sieht, dass bei diesen und ähnlichen Reflexionen von der Analyse des Begriffes der Materie und der Form auf das Gebiet der Erfahrung übergegangen und aus ihm die Vergleichung der wahrgenommenen Momente die Gewissheit eines bestehenden Gesetzes der Uebereinanderstellung gewonnen wird.

Durch all das ist das Wesen von Materie und Form noch nicht bestimmt, diese Bestimmung ist nur vorbereitet. Gilt es, das Wesen beider zu erfassen, so muss vor allem anerkannt sein, dass alles Seyn vier Momente an sich hat: die Existenz, das Wesen, die Proprietäten und endlich das Verhältniss zu seinem Grund; daraus ergeben sich vier Fragen, durch deren Beantwortung der allgemeine Begriff Materie und Form in allen seinen Momenten erschöpft ist, die Frage nach dem esse oder utrum sit, die Frage nach dem quid, nach dem quale, nach dem quare. . . . Es ist leicht zu bemerken, dass die drei ersten Fragen näher zusammengehören und von der vierten sich unterscheiden, sofern sie das reine Wesen der Materie und Form als solches betreffen, die vierte dagegen seinen Grund aufsucht (S. XVI. S. 271).

Nach der Darstellung von Seyerlen spricht sich Avicebron hierüber so aus. Dass eine allgemeine Materie und Form existirt, ist in den ersten vier Traktaten erwiesen; doch wird schliesslich ein neuer Beweis vorgelegt.

„Die partikulare Intelligenz . . . erkennt alle Formen, diess ist empirisch gewiss. Ebenso ist sicher, dass sie die Formen getrennt von den Materien erkennt. Sie könnte aber die Formen aus der Materie nicht abstrahiren und so zu intelligiblen machen, wenn sie nicht diese Formen vorher schon in sich selbst hätte. Hat nun die partikulare Intelligenz, d. h. der Verstand des Menschen, alle Formen

in seinem Wesen, so muss diess noch vollkommener bei der allgemeinen Intelligenz Statt finden. Diese hat schlechthin alle Formen in ihrer Form; ebendamit ist sie die allgemeine Form, deren Wesen als die vollendete Einheit alle Vielheit der Formen in sich hat, aber in einfacher geistiger Weise". . . . Obwohl die Intelligenz alles Seyn geistiger Weise in sich hat, so ist damit doch nicht das ganze Seyn in ihr enthalten. Sie ist mit ihrer Materie und Form nicht das Allgemeine, welches in Allem ist . . . „Die Intelligenz ist nur das erste Glied der Welt, das letzte ist der Körper; zwischen dem Ersten und Letzten, zwischen Anfang und Ende ist der Gegensatz, dass das Erste einfacher, das Letzte complicirter, jenes die Einheit als kräftige, dieses als abgeschwächte ist. Kann also der Körper immer nur Eine Form in sich aufnehmen, so muss die Intelligenz vermöge der Kraft ihrer Einheit die Vielheit der Formen in sich ertragen können . . . . Kann man auch sagen, sie ist Alles, was nach ihr ist, weil sie Alles in sich enthält, so kann man doch nicht sagen, sie ist in Allem, was nach ihr ist, substantiell, sondern nur ihre Wirkungen sind in Allem, soferne die Formen durch die Mittelglieder der Seele und Natur aus ihr herabfliessen in die Körperlichkeit und eben dadurch anders werden, als sie in der Intelligenz sind. Das Allgemeine, was in Allem ist, ist nur die Materie und diese allgemeine Materie ist nicht die der Intelligenz; diese hat eine eigene Materie, welche nur ein Theil der allgemeinen ist." (Materia propria forma intelligentiae, id est extremitas sublimior materiae universalis recipit formam intelligentiae.) Seyerlen XVI. S. 272 f. Vgl. Munk S. 96 f.

Wenn nun der höchste Begriff einer Form jener der Intelligenz ist, wenn das substantielle Wesen in der universellen Intelligenz zuvörderst sich einer Form unterordnet und eben durch diese Form als Intelligenz erscheint, so

fragt sich, woher kommt diese Form? Die Antwort lautet: Vom Willen. (Buch V. §. 18.)

Zur rationellen Einführung dieses Principes in das System hat sich Gabirol den Weg auf verschiedene Weise gebahnt. Er findet z. B., dass alle Bewegung, wodurch ein Ding ein anderes wird, ein Verlangen nach dem Guten sei; das Gute ist die Einheit, die Einheit aber ist die Form der Substanz. (Buch V. §. 47 ff. Munk S. 124 f.)

Wird der Wille mit dem physischen Begriff der Bewegung vermengt, so wird er als ein Attribut der Substanz erscheinen. Ein höchster persönlicher Wille ist so wenig damit gesetzt, wie in der ὄρεξις das Theophrast[8]). Gabirol verläugnet indess hier den Standpunkt des monotheistischen Denkers nicht. Er setzt den Willen Gottes an die Spitze.

Die Annahme einer solchen Potenz veranlasst ihn nicht, in seiner Untersuchung über das Wesen der Dinge stille zu halten. Seiner Speculation bietet gerade die Annahme des göttlichen Willens einen Anlass zu doppelter Thätigkeit; es gilt, diese Annahme selbst zu rechtfertigen und, das Prinzip des göttlichen Willens vorausgesetzt, das Wesen und Ziel der Verbindung von Form und Materie in den Dingen zu erklären.

„Das Seyn theilt sich in nothwendiges und mögliches; das nothwendige Seyn ist Gott; als solcher ist er schlechthin in sich und unveränderlich. Das mögliche Seyn ist das veränderliche, denn es geht vom Nichtseyn zum Seyn über; als solches ist es leidend. Ist also das nothwendige Seyn die absolute Identität mit sich selbst, so ist das einfache Seyn in sich selbst die Nichtidentität, ist also nicht das Eine, sondern die Zwei. Als nothwendig ist Gott vollkom-

8) Vgl. Theophrasts Metaphysik ed. Brandis mit der Metaph. des Aristoteles. Berlin 1823. S. 310, 321 u. s. w.

men und sich selbst genügend, d. h. in ihm ist Wesen und Existenz ein und dasselbe; eben darum muss das Geschaffene unvollkommen sein; darum bedarf die Materie der Form und umgekehrt.“ Seyerlen XVI. S. 285.

Mit Uebergehung einer Reihe von Reflexionen, die sich hieran schliessen, heben wir einiges Weitere hervor, wodurch die Funktion des Willens im Systeme erklärt werden soll.

Wenn es gilt, das Seyn in der Bewegung als ein Werden zu erklären, muss ein Princip ausser der Intelligenz gesucht werden, denn diese ist nicht so fast das Princip des Werdens, als ein Moment davon. (S. S. 332.)

Das Wesen von Materie und Form bestimmt sich schliesslich durch ihren Ursprung. „Wären sie ihrem Wesen nach so geworden, wie das Natürliche immer wird, nämlich durch Zeugung, so wären sie aus einem ihnen Aehnlichen geworden und man hätte so den Process in's Unendliche. Sie können also, soll dieser vermieden werden, nur aus ihrem Gegentheil werden. Bilden sie also das Seyn, so können sie nur aus dem Nichtseyn geworden sein.“ (S. 332. Postquam res non est nisi ex suo opposito, debet ut (sic!) esse sit ex privatione, sc. ex non esse. Ergo materia est ex non materia et forma ex non forma.) Der Uebergang aus dem Nichts in das Daseyn ist für Form und Materie nur durch den Akt eines absoluten Willens denkbar, wie auch die Ausgleichung der Differenz zwischen Form und Materie schliesslich in diesem Willen gesucht werden muss. (Ligans materiam et formam est . . . voluntas, quae est Superior illis, quia unitio formae et materiae non est nisi ex impressione unitatis in illis. S. XVI. p. 333.)

Wie eine solche Vermittelung zu denken sei, wird zu zeigen versucht. Es erhebt sich das Bedenken, ob denn die Materie ein Wissen habe? Wenn ihr ein Wollen zukomme, in dem sie die Form suche, so scheine auch ein

Wissen der Form in ihr ruhen zu müssen. Diess wird so erläutert. „Die Materie steht der Einheit zunächst; diese Nähe zur Einheit macht, dass ein Strahl des Lichtès in die Materie fällt und dieser erste Strahl aus dem Einen erzeugt in ihr die Sehnsucht nach dem ganzen Licht . . . Diesem Streben nach Licht, welches im Wesen des Willens liegt, antwortet dieser dadurch, dass er die Form als seinen Abglanz in sie fliessen lässt; und wie die Luft des Morgens nur erst ein wenig Licht hat, dagegen, wenn die Sonne über den Horizont sich erhebt, mit Glanz und Licht erfüllt ist, so dass sie von der Sonne nichts mehr zu verlangen hat, ebenso wird die Sehnsucht der Materie, wenn der Wille die allgemeine Form in sie giebt, vollständig gesättigt, sie kann nichts weiter mehr begehren, sie ist vollkommen, ist wissend, ist Intelligenz. Dieses Mittheilen der allgemeinen Form an die Materie ist ganz identisch mit ihrem Uebergang vom Nichtseyn zum Seyn, und die erste Verbindung von Materie und Form ist so die Intelligenz.“ (S. 334.)

So H. S. nach dem Lateinischen. Nach Palkira's Referat (V. 59 ff.) spricht sich Gabirol so aus: „Der Wille bringt in der Materie der Intelligenz (כיסוד השכל) ohne Dazwischenkunft der Zeit das Existiren hervor, was gleichbedeutend ist mit der universellen Form, die alle Formen in sich trägt. Der Akt, durch welchen der All-Wille (הרצון הכללי, wahrscheinlich arab. الارادة الكلية) die universelle Form in der Materie oder dem Grunde der Intelligenz hervorbringt, ist demjenigen ähnlich, wodurch der Einzelwille, was ebensoviel ist wie der Einzelverstand (הרצון הפרטי כלומר השכל הפ׳) die Einzelvorstellung hervorbringt. (V. §. 59.)

„Eine genaue Definition (רשום) vom Willen zu geben, ist unmöglich; doch kann man ihn nach dem bisherigen beschreiben (יתואר) als eine göttliche Kraft, welche Materie

und Form hervorbringt und mit einander verknüpft, welche vom Höchsten bis zum Tiefsten alles durchdringt, wie die Seele den Leib durchdringt und alles bewegt und alles leitet." (V. 60. M. S. 134.)

„Der aktive Wille kann mit dem Schreiber verglichen werden; die Form, das Ergebniss der Thätigkeit mit der Schrift, die Materie mit der Tafel." (V. 62.)

„Siehst du nicht, dass Form und Materie das Wesen jeglichen Dinges bilden? Nun besteht Materie und Form einzig durch den Willen . . . (V. 62 S. 137.)

„Der Wille entfaltet sein Wirken und breitet sich aus im All ohne Bewegung und ohne Zeit vermöge seiner intensiven Stärke und seiner Einheit". (§. 63.)

„Der Wille als wirkendes Wort ist das Princip der Bewegung; als solches ist er zunächst unterschieden von dem Princip des Seyns. Nachdem er Materie und Form geschaffen hat und nachdem die verschiedenen Sphären der Welt durch ihn geworden sind, hat er sich mit ihnen, wie die Seele mit dem Körper verbunden, hat sich in sie ausgegossen und alles Seyn durchdrungen. Auf dieser wesentlichen unzertrennlichen Verbindung, welche der Wille mit den verschiedenen Stufen des Seyns sich gegeben hat, beruht ihr Leben." (S. S. 345.)

So tritt immer deutlicher die Vorstellung zu Tage, dass ontologisch als oberstes Princip eine differenzlose Substanz anzunehmen ist, wie logisch der höchste Begriff der des Seins ist. Dass an die Stelle jener Substanz der Name Gottes gesetzt wird, ist Folge des von vornherein eingenommenen monotheistischen Standpunktes; der Philosoph Gabirol will nicht nur nicht aufhören, Theist zu sein, er will vielmehr seine Vorstellung von Gott rechtfertigen. In der That ist ihm der Gottesbegriff in einen differenzlosen Urgrund des Seyns versunken, aus welchem es für ihn keinen Verbindungsweg mit dem Glauben giebt, als den Willen.

Soviel mag genügen, um sowohl die Methode als den Gehalt der Speculation Gabirols zu kennzeichnen.

Vielleicht dienen diese Zeilen dazu, eine eingehende und vollständige Darlegung und Beurtheilung des Systems Gabirols anzuregen. Wie immer das Urtheil über seine Bedeutung ausfallen mag, ein mächtiges Ringen nach einer befriedigenden Lösung der ontologischen Probleme wird ihm Niemand absprechen. Die Art, wie er das Princip des Willens geltend macht, hat auf die spätere Speculation so bedeutend eingewirkt, dass es der Mühe werth ist, nachzusehen, ob dieses Moment ihm ganz völlig eigenthümlich ist, oder ob es von frühern geborgt sei.

Im Allgemeinen hat bereits H. Munk die Theorie von Gabirol mit älteren Systemen verglichen und das von ihm beigebrachte ist an und für sich höchst werthvoll. Wenn es sich aber um die Frage von wirklicher Abhängigkeit handelt, so genügt es nicht, Aehnlichkeiten, oder auch ein engeres Zusammentreffen nachzuweisen; mit der Uebereinstimmung in den Gedanken muss eine historische Berührung aufgezeigt werden. So erwähnt z. B. Schahrastani am Ende seines Referates über Plato eine Aeusserung von Anaxagoras über den Willen als schöpferische Potenz, welche als Keim der gabirol'schen Lehre könnte betrachtet werden [9]). Allein Schahrastani ist jünger, als Gabirol; er wurde im fernen Chorasan geboren (i. J. 479—1086), als Gabirol in Spanien bereits gestorben war.

Dagegen ist zu beachten, dass Schahrastani im Allgemeinen anführt, die Mutakallimun des Islam vor ihm seien verschiedener Meinung nicht nur über das Schaffen und das Geschaffene, sondern auch über den Willen gewesen; sie hätten darüber gestritten, ob der Wille als das Schaffende,

9) Ed. Cureton S. 289. Haarbrücker II. S. 126. S. Munk. S. 101.

oder als etwas Geschaffenes oder als eine Eigenschaft des Geschaffenen zu fassen sei.

Möglich, dass hiemit auf Alfarabi hingewiesen ist, welcher dem Ibn Gabirol ohne Zweifel vorlag. Wie weit Alfarabi auf den Verfasser des fons vitae eingewirkt haben könnte, hat, so gut es nach den bisher vorliegenden Quellen möglich ist, Munk untersucht.

Unberücksichtigt blieb dagegen bei Munk das Zusammentreffen der schriftstellerischen Thätigkeit Gabirols mit der ersten abendländischen Publikation eines der merkwürdigsten Produkte muslimischer Speculation. Ergiebt sich bei einer Vergleichung, dass Gabirol in wesentlichen Punkten mit diesem Werke zusammentrifft, so liegt nichts näher, als die Annahme, dass dessen Bekanntwerden im Abendlande auf ihn einen bedeutenden Einfluss geübt habe.

Wir meinen, die aus 51 Abhandlungen bestehende Encyklopädie, welche sich Resâil ichwân uç çafâ „Abhandlungen der aufrichtigen oder lautern Brüder" nennt.

Sie ist nicht das Werk Eines Mannes, sondern einer Gesellschaft, die sich auf eine etwas mysteriöse Art gegen das Ende des zehnten Jahrhunderts in Baçrah und Bagdâd bildete. Unter den Mitgliedern derselben werden drei als die hervorragendsten genannt: Abu Suleimân al Mukaddasi, Zaid ben Rifaa und Abu Hajjan el Tauchidi, welcher mit dem bujidischen Wezir Samsam verkehrte. (Um 983 n. Chr. S. Weil, Gesch. der Chalifen III. p. 30, Flügel, Zeitschr. d. d. M. Ges. XIII. S. 20.) Wir sind im Stande, die Zeit zu bestimmen, zu welcher dieses Werk in Spanien bekannt wurde.

Dem als Arzt und Philosoph bekannten Maslamah aus dem damals muslimischen Madrit, daher Magárîti genannt, wird gewöhnlich das Verdienst zugeschrieben, Andalusien mit den Arbeiten der lautern Brüder bekannt gemacht zu haben. Er wird in verschiedenen Handschriften, so auch

in einer unserer Staatsbibl. als Verfasser betrachtet [10]). Magárîti starb im Jahre 1004 unserer Zeitrechnung [11]).

Merkwürdiger Weise erwähnt Oçeibah, welcher in seinen Biographien von Aerzten und Philosophen auch dem Maslamah einen Artikel gewidmet hat, nichts von diesem für die philosophische Literatur wichtigen Import.

Dagegen sagt Oçeibah, dass der berühmte Mathematiker und Arzt Abulhakim 'Omar Ibn Abd ur rahman al Karmâni die Abhandlungen der lautern Brüder aus dem Orient nach Spanien gebracht habe.

Nach Oçeibah starb al-Karmâni in Saragossa im Jahre 458 d. H. also 1065. Er war bei seinem Tode 90 Jahre alt [12]). Er war also geboren im Jahre 368 d. H (978) also gerade zur Zeit als der Philosophenclub in Baçrah sich bildete. Wenn man annimmt, dass er nicht nach seinem vierzigsten Lebensjahre von seinen Reisen aus dem Oriente zurückkehrte, so waren die genannten Abhandlungen auch von dieser Seite — (abgesehen von der Herbeibringung des im Jahre 1004 gestorbenen Maslamah —) längstens um 408 d. H. (1017), möglicher, ja wahrscheinlicher Weise um dasselbe Jahr in Spanien, in welches der Tod Maslama's fällt.

Zwischen der Abfassung im Orient und der Einführung in Spanien liegt kein viel grösserer Zwischenraum, als etwa 20 Jahre.

Es ist bemerkenswerth, dass al-Karmâni von einem jüdischen Schriftsteller Abulfadhal chaschdai ibn Iusuf ibn chaschdai rühmlich erwähnt wird [13]) und dass er in Malaga,

10) Vgl. Flügel, Z. d. M. Ges. Bd. XIII. 159. S. 1 ff.

11) Flügel, das. S. 25.

12) Flügel S. 25 giebt nach Gayangos-Makkari 70 Jahre an.

13) Bei Oçeibah Cod. ar. Monac. 801 f. 99. a. ابو الفضل خشداى بن يوسف بن خشداى

also in derselben Stadt geboren war[14]), welche den israelitischen Philosophen Ben Gabirol hervorgebracht hat.

Es liegt die Vermuthung ganz nahe, dass ein so bedeutendes Werk, wie jene Encyklopädie war, nicht ohne Einfluss auf jene Männer bleiben konnte, die sich damals mit Philosophie beschäftigten.

Gilt es nun, den Versuch zu machen, ob Ibn Gabirol irgend wie von diesem Werke abhängig sei, so muss man sich vor allem über die Wahl zwischen den beiden offenbar sehr stark abweichenden Recensionen, welche gegenwärtig bekannt sind, entscheiden.

Schon Flügel hat auf die grosse Abweichung zwischen beiden Ausgaben aufmerksam gemacht. Jeder, der die beiden Quatremèreschen Handschriften des Werkes in unserer Staatsbibliothek vergleicht, wird die grosse Verschiedenheit erkennen. Die jüngere Handschrift, welche Maslama's Namen trägt, ist in den physikalischen Abschnitten viel ausführlicher; die ältere ohne Autor, führt metaphysische und religionsphilosophische Fragen weiter aus[15]). Sie ist im Ganzen weit kürzer, doch gerade in metaphysischen Abschnitten ausführlicher. Es dürfte kaum zweifelhaft sein, dass sie die ältere, der ursprünglichen Arbeit der „aufrichtigen Brüder" näher kommende Recension, und wohl diejenige darstelle, deren Uebertragung nach Spanien dem Philosophen al-Karmâni zugeschrieben wird.

Jedenfalls lebte al-Karmâni, wie oben bemerkt, zu gleicher Zeit in Saragossa, als hier Ben Gabirol literarisch thätig war. Al-Karmani starb hochbejahrt 1065, von Ben Gabirol haben wir ein im Jahre 1045 in Saragossa abge-

---

14) Nach Makkari bei Flügel S. 25.

15) Vgl. die trefflichen Bemerkungen im Katalog von Aumer I. S. 291 f.

fasstes moralisches Werk. Die historische Berührung ist demnach eng genug, um einen Einfluss anzunehmen, wenn sich wesentliche Berührungspunkte zeigen.

1. Im Allgemeinen besteht zwischen der Encyklopädie und den Schriften Ben Gabirols nicht nur ein grosser Unterschied, sondern geradezu ein Gegensatz. Verbreitung richtiger physikalischer Kenntnisse ist den Verfassern der bedeutendsten Abhandlungen Hauptzweck; Physik ist die Hauptwissenschaft. Die Metaphysiker, namentlich jene, welche bei ihrer Speculation einen religions-philosophischen Zweck verfolgen, werden scharf getadelt. „Die unversöhnlichsten Feinde der Philosophen sind die Leute von dieser polemisirenden, streitenden Parthei, welche in den metaphysischen Fragen umherwaten (يخوضون في المعقولات) ohne eine rechte Kenntniss von den sinnlichen Dingen zu haben, die da Beweise und Schlüsse aufzustellen suchen ohne Kenntniss der exakten Wissenschaften (الرياضيات vorzüglich Mathematik); die über göttliche Dinge disputiren und in den natürlichen unwissend sind" u. s. w. „Nach ihrer Erklärung ist die Astronomie eine eitle Sache, die Sterne sind nichts weiter, als starre Massen, die Sphären existiren nicht, die Medicin bringt keinen Nutzen, in der Mathematik liegt keine Wahrheit, Logik und Naturwissenschaft ist Häresie (كفر) und Freigeisterei (زندقة), die sich damit beschäftigen, sind verworfene Apostaten." (ملحدون) (Codex arab. Monac. 652 f. 239 a.)

Vermöge des offenbaren Zweckes, Aufklärung in den weitesten Kreisen zu verbreiten, wird das Nöthigste aus Logik und Dialektik, aus der Arithmetik und Astronomie, aus der Psychologie und Ethik, kurz aus allen Zweigen der Philosophie mitgetheilt. Die Metaphysik wird vorzüglich im Interesse der Naturkunde, das heisst zu einer rationellen

Erklärung der Entstehung der Natur, der Veränderungen in Zeit und Raum berücksichtigt. Hier herrscht nun eine auffallende Oberflächlichkeit. Es scheint, dass in einzelnen Abhandlungen Excerpte aus philosophischen Schriften vorliegen. Man vermisst vielfältig die nöthige Begründung. Die Zusammensetzung ist fragmentarisch. Allerdings zeichnet sich die kürzere Recension (in Cod. ar. Monac. 653) dadurch aus, dass in einzelnen philosophischen Abschnitten, namentlich in metaphysischen, eine Art von Entwicklung angestrebt wird; aber im Vergleich mit jener gründlichen Durchführung und vielseitigen Erörterung, welche im fons vitae den metaphysischen Fragen gewidmet wird, ist die Encyklopädie auch in dieser Recension oberflächlich. Doch kann gerade die bunte Mannigfaltigkeit des vom Orient gebrachten Sammelwerkes den begabten Denker angeregt haben, vom Mittelpunkte aus die Lösung einer Hauptfrage mit Gründlichkeit anzustreben.

2. An bestimmten Berührungspunkten fehlt es nicht. Die Encyklopädie berührt die metaphysischen Fragen fast in all jenen Momenten, in welchen sie im fons vitae durchgeführt werden und bedient sich dabei grossentheils derselben Terminologie. Der Verfasser der zehnten Abhandlung des vorletzten Theiles (Cod. 653 f. 171. b.) beabsichtigt, wie er sagt, das Wesen der Dinge zu bestimmen (حقائق الاشياء).

Da wird nun der Gegensatz von Form und Materie für die Erklärung zu Grunde gelegt und der Intelligenz über der materia prima ungefähr dieselbe Stelle eingeräumt, wie im fons vitae. Freilich geschieht diess nur in losgerissenen Sätzen, ohne Begründung. Eine der ersten Abhandlungen derselben kürzern Recension (Cod. 653 f. 46 b. ff.) beschäftigt sich eigens mit der Frage von Form und Materie (في الهيولى والصورة), nachdem in der vorausgegan-

genen Abhandlung von der materia prima (الهيولي الاولى) zur Erläuterung der Genesis der Dinge die Rede gewesen war. (43. a. oben.)

Anderwärts werden in derselben Recension als die Grundpotenzen, woraus alle Dinge sich entwickeln: Intelligenz, Seele, Materie einerseits und die Form (الصورة) andererseits bezeichnet, (f. 162. b. unten), freilich findet sich in der Encyklopädie kaum eine Spur von einer Ausgleichung und rationellen Anordnung dieser Potenzen.

3. In mehreren Punkten trifft die Encyklopädie mit dem fons vitae namentlich in folgenden Stellen zusammen. „Alle Dinge insgesammt sind Formen, Gestalten, Erscheinungen (صُوَرٌ أعْيَانٌ عبريات), welche der glorreiche Schöpfer ausströmte über den intellectus agens (العقل الفعال), welcher eine einfache Substanz ist, die den Kern der Dinge begreift (wie wir in der Einleitung zur Pneumatologie gezeigt haben). Vom thätigen Geist (emanirten sie) insgesammt auf die universelle Seele, welche gleichbedeutend ist mit der Weltseele (نفس العالم), von der Seele auf die erste Materie und von dieser auf die individuelle sinnliche Seele; an diese letztere halten sich die Menschen bei ihren Gedanken von den Wissensobjekten, welche in den Seelen der Denker sich finden . . . .

„Das (eigentliche) Wissen ist nichts anderes, als die Form des Wissensobjektes in der Seele des Wissenden . . .

Die Seelen der Denker haben die Wissenschaft in der Wirklichkeit — die Seelen der Schüler haben Wissenschaft der Möglichkeit nach (القوة). (Cod. ar. 652 f. 60)."

„Die Philosophen (Weisen) verstehen unter Materie (ὕλη) jede Substanz, welche fähig ist, eine Form anzunehmen . .

Die Verschiedenheit der existirenden Dinge liegt in der Form, nicht in der Materie . . . Die Materie ist viererlei:

1) Material in der Kunst und den Handthierungen.

2) Materie der Natur, das sind die Elemente.

3) Die Materie des Alls, das ist der absolute (ganze) Körper der gesammten Welt.

4) „Was aber die materia prima betrifft, so ist sie eine einfache Substanz, die vom Geiste erfasst, nicht aber mit den Sinnen wahrgenommen wird, weil sie die Form der Existenz, oder was dasselbe, die Wirklichkeit ist. Erhält die Wirklichkeit Quantität, so wird sie der angedeutete absolute Körper, weil er mit den drei Dimensionen ausgestattet ist. (Länge, Breite, Tiefe.) Bekommt der Körper auch Qualität, nämlich die Figur des Kreises, Dreiecks, oder Vierecks u. dgl., so ist es ein spezieller Körper, wie gesagt. (Cod. 652 f. 70 b.)

. . . „Alle Körper sind von Einer Gattung, von Einer Substanz und ihre Materie ist Eine und dieselbe; die Verschiedenheit kommt lediglich auf Rechnung der Formen . . f. 71 a.

Es giebt (spezificirte) besondere Körper, welche die Form des allgemeinen Körpers, wenn sie in ihnen geformt wird, aufnehmen und durch die Aufnahme dieser Form edler und vorzüglicher werden, als andere Körper sind . . f. 71. a.

. . . Dasselbe gilt von den Substanzen der Seelen, indem diese insgesammt von Einer Art und Einer Substanz sind . .

4. Die Encyklopädie bekennt sich zu der platonischen Anschauung von einem abbildlichen und vorbildlichen Verhältnisse der sinnlichen und geistigen Sphäre der Welt.

„Wisse, dass der erhabene Schöpfer die leiblichen Dinge insgesammt zu Gleichnissen [16]) und Andeutungen der

16) **مثالة hat hier offenbar die Bedeutung von مثل, Aehnlichkeit.**

geistigen, übersinnlichen Dinge gesetzt hat.“ جعل الامور الجسمانية المحسوسة كلها مثالات ، ودلالات على الامور الروحانية العقلية (f. 134. b.)

Anderwärts wird ein Mikrokosmos und Makrokosmos sich gegenüber gestellt. Die Weisen „nannten den Menschen die kleine Welt (عالم صغير) indem er ein Muster und Bild von dem ist, was in der grossen Welt vorkommt (وانه انموذج ومثال لما فى العالم الكبير) (f. 36. b).

5. Es fehlt in der Encyklopädie nicht an Stellen, worin die Vermittlung der Entstehung der Dinge dem Willen zugewiesen ist. Es ist hier einfach der göttliche Wille, ohne dass ein Versuch gemacht wäre, diese Potenz mit den nachweisbaren Principien der Genesis der Dinge auszugleichen, aber immerhin ist es der Wille, wie im fons vitae, von welchem alle Lebensgestaltung hergeleitet wird. Wie der Leib vom Leben verlassen wird, wenn sich die Seele von ihm trennt, „so würde die Existenz der Dinge aufhören und sie würden ins Nichts zurücksinken, wenn der Ausfluss ihres Schöpfers über sie und sein Blick nach ihnen aufhörte. Dieser Blick ist jener Wille, wodurch er ihnen das Seyn nach der Art giebt, wie sie sind und sich bewegen nach seiner Absicht und seinem Wohlgefallen.“

كذلك الاشياء لو عدمت فيض بارئها عليها ونظره اليه نظر الارادة المكونة لها على ما هى به كائنة جارية على مراده ومشيته (Cod. 653 f. 171. a.)

An einer andern Stelle, welche die Stufenfolge der Lebenserscheinungen bespricht — wobei die Universal-Seele النفس الكلّيّة eine Instanz bildet — wird gesagt, das erste, was in's Dasein gerufen worden, sei die wirkende Intelligenz

(العقل الفعّال) von welcher alle denkbaren Wirkungen ausgehen. Doch wird beschränkend beigefügt, der letzte Name Gottes, der auf der letzten Zeile der „behüteten Tafel“ geschrieben sei, sei der: Er ist das Ende und der Erste, er ist der Anfang. Und alles ist gesammelt in der Tafel der Herrlichkeit, worin leuchten die Befehle des göttlichen Willens“. f. 175. a.

Anderswo wird der Ursprung der Bewegung der Sphären besprochen; dem äussersten Kreise wird eine Seele zugeschrieben, deren Bewegung selbst wieder vom Willen den Ausgang nimmt. f. 43. a.

So kommt es, dass die Sphärenbewegung als eine freiwillige betrachtet wird. „Die erste, ewige, freiwillige Bewegung (der Gestirne) ist das Verlangen nach ihrem Ursprung und das ist die Allseele, welche (mit Erlaubniss des Schöpfers) ihnen vorsteht. f. 47. a.

Hiemit war sogar schon ein Schritt dazu gethan, die aus dem Glauben an Gott entlehnte Vorstellung von der Bedeutung des göttlichen Willens mit den Erscheinungen in der Natur auszugleichen. Ein Naturwille bewegt alle; das konnte genügen, um einen Denker wie Gabirol zu veranlassen, den Willen in die Mitte der metaphysischen Nachconstruktion der Welt zu stellen.

Das Zusammentreffen Gabirols mit der Encyklopädie und zwar auch mit der ausführlichern Recension, die den Namen Maslama's trägt, liesse sich noch umfassender nachweisen, wenn es richtig ist, dass in Bruchstücken, die unter dem Namen „des Philosophen“ in einem uns vorliegenden Manuscript vorkommen, eben Gabirol verstanden werden müsse, wie höchst wahrscheinlich ist. In der schönen, aus Widmanstadts Sammlung stammenden Pergamenthandschrift Cod. hebr. 402 der Hof- und Staatsbibliothek in München findet sich, von f. 120 an, ein psychologisches Werk von Schem

Tob Palkira, welches er ס׳ המעלות „Buch der Stufen" nannte. Es besteht grossentheils aus Excerpten von Aristoteles,[17]) Alfarabi, Plato und A. Neben diesen Excerpten fallen diejenigen jedem Leser bald auf, welche einfach eingeleitet sind durch: „der Philosoph spricht". Wer ist nun dieser Philosoph *κατ' ἐξοχήν*?

Da Palkira sich mit Ben Gabirol vorzugsweise beschäftigt hat, da wir ihm allein eine annähernde Kenntniss des Originals vom fons vitae verdanken, so wird man es natürlich finden, dass ihm „der Philosoph" schlechtweg jener Denker ist, den wirklich das Judenthum seinen einzigen Philosophen nennen durfte, bis Spinoza kam.

Es ist bereits bemerkt worden, dass Moses Ben Esra unsern Ben Gabirol durch: „ein neuerer Philosoph" ohne weitern Beisatz bezeichne [18]).

Es kann für diese unsere Annahme nur günstig sein, dass sich in einem der folgenden Excerpte ein Autor verräth, welcher auf den hebr. Ausdruck eine Redeweise überträgt, die im Hebräischen selbst unverständlich ist und nur durch Zurückübersetzung in eine romanische Sprache einen Sinn erhält [19]).

Allerdings kann gegen Ben Gabirol's Autorschaft angeführt werden, dass die vorliegenden Fragmente mit der Struktur des fons vitae nichts gemein haben, ja dass sie auch ihrem Inhalte nach jenem Werke fremd zu sein scheinen, indem sie nicht ontologischen, sondern psychologischen Inhaltes sind. Allein Gabirol hat nicht bloss den fons vitae

---

17) Ich habe aus dieser Handschrift für den Vortrag über die Theologie des Aristoteles, Sitzungsber. 1862. I. S. 5 eine Stelle angeführt.

18) Munk S. 266.

19) במקצת האומות „bei einigen Völkern" (gentes) im Sinne von: „bei einigen Leuten, bei manchen Menschen."

geschrieben. Sind diese Fragmente einem andern Werke entlehnt, so ist ihre Uebereinstimmung mit der Encyklopädie günstig für die Annahme eines Einflusses der letztern auf den fons vitae, denn Jedermann giebt zu, dass die Harmonie eines Schriftstellers mit einem Vorgänger in Einem Werke für dessen Uebereinstimmung in einem andern eine günstige Meinung erwecke.

Jedenfalls möchte es bei der geringen Zahl von Gabirol'schen Schriftstücken nicht unangemessen sein die folgenden vier Fragmente mitzutheilen.

I. (Cod. hebr. 402 f. 143). „Der Philosoph sagt: Wenn die Seele vorbereitet ist, die Einstrahlung (שפע) der wirksamen Vernunft (intellectus agens) zu empfangen und mit ihr beständig vereinigt bleibt, so braucht sie nicht mehr durch den Leib und die Sinne eine Erkenntniss zu suchen; aber der Leib treibt sie unaufhörlich zurück und hindert sie in der vollständigen Vereinigung mit derselben. Sobald jedoch diese hindernde Einwirkung des Lebens im Tode zurücktritt, (zurücktritt das Erkennen durch) eine Scheidewand und das Hinderniss gehoben ist, dann wird die Vereinigung beständig, denn die Seele ist ewig und die wirksame Vernunft ist ewig und von dieser aus wird eine Einstrahlung mitgetheilt, und die ist an und für sich disponirt, dieselbe aufzunehmen, wenn kein Hinderniss besteht.

Die Seele bedarf anfangs des Leibes und der Sinne, damit sie vermittelst ihrer die Vorstellungen erreichen könne und damit die Seele aus diesen Vorstellungen die einfachen und allgemeinen Dinge aufsammle und vermittelst derselben (der Sinne) dieselben durchforsche. Denn es ist unmöglich, von Anfang an Begriffe anders zu gewinnen, als durch die Vermittlung der Sinnenwahrnehmungen. Diese sind wie das Netz, oder auch wie das Lastthier, welches die darauf reitende (Seele) an den Ort (der Untersuchung) bringt.

II. (Cod. hebr. 402 f. 132). „Der Philosoph sagt: die

vernünftige Seele hat Stufen. Auf der ersten Stufe ist sie nicht im Besitze von Ideen oder Begriffen (מושכלות) in Wirklichkeit; sie hat nichts, als die Disposition (הכנה), gleichsam durch Erwerb (קנין statt קטן[20]) aufzunehmen. Diese Art von Verstand wird stoffisch (חמרי هيولاني) genannt, und auch Vernunft dem Vermögen nach (intellectus possibilis). Darauf erscheinen in der Seele zwei Arten von Ideen (von Form צורה). Einmal die Principien der Wahrheit und diese Principien sind in sie eingezeichnet (רשומות) ohne dass der Mensch sie von sich selbst erwirbt. Das zweite sind die allgemein anerkannten (מפורסמים) Dinge, die er durch Hören ohne eigenes Nachdenken (עיון) empfängt. Findet sich die Seele auf dieser Stufe, so heisst sie: Vernunft im Besitze (שכל בקנין), das will sagen, sie kann die Ideen verschiedener Grade (wörtlich: die begreiflichen Stufen) sich durch Nachdenken aneignen, wenn sie will.

Kommt nun von da an einer (oder der andere) von den speculativen Begriffen in ihr zur Geltung, so erhält sie den Namen: Intellectus in actu, sobald sie dieselben mit dem Gedanken sich zum Eigenthum macht. Damit ist's, wie wenn ein Erkennender von dem Erkannten ablässt, während er es erreichen kann, sobald er will.

Ist aber die gekannte Idee immer dem Geiste gegenwärtig, so wird das der emanirte Geist (שֵׂכֶל נֶאֱצָל) nämlich emanirt aus (wörtlich: durch die) der Ursache der göttlichen Ursachen genannt. Er heisst (auch) Intellectus (schlechtweg), oder Engel, oder thätige Vernunft[21]).

---

20) Palkira erläutert: ומלת קטן מצאנו לקבל כמו בקטן שנאמרה על זה העניין בעצמו במשלי כמו שאמר קנה חכמה Offenbar las also Palkira: קִנְיָן und dieses Wort ist wirklich als Correktur an den Rand geschrieben.

21) יקרא שכל או מלאך או שכל או פועל Vor פועל ist offenbar או zu tilgen.

III. (Cod. 402, f. 140.) „Der Philosoph sagt: die denkende Seele ist bei einigen Leuten (במקצת האומות[22]) zur Zeit des Aufwachens bereitet, so dass sie mit der universellen Vernunft verbunden ist (בשכל הכללי) und wenn sie die Dinge zu wissen verlangt, nicht genöthigt ist, zum Syllogismus und zum Nachdenken die Zuflucht zu nehmen, sondern sich mit einer göttlichen Erregung begnügt; und dieses wird „heiliger Geist" genannt. Diese Stufe findet sich nicht gemeinhin, sondern bloss bei den Propheten und göttlichen Männern.

IV. (Cod. hebr. 402. f. 154 b.) „Der Philosoph sagt: Wenn du die Wahrheit der Dinge erkennst, so wirst du einsehen, dass der (eigentliche) Mensch in dem göttlichen Theile der Seele allein besteht; denn das menschliche Werk welches ihm einzig zukommt ist in Wahrheit das, welches er durch diesen Theil vollbringt. Da sich die Sache so verhält, so geziemt es sich, dass der Mensch, wenn er darauf eingeht, einzelne Momente (der Seele) zu betrachten, ausfindig mache, dass es Momente eben jener Kraft seien.

Daher sagt der Weise; bedenke, dass du, wenn wir die Wahrheit der Dinge untersuchen wollen, deine vernünftige Seele finden wirst. (du findest auch) Dass der Leib mit dir verbunden ist, damit er ein Werkzeug der Handlungen sei und dass die begehrliche Seele sich mit dir verbinde von Seite des Leibes, das will sagen von Seite der Nothwendigkeit bildlicher Vorstellung.

Die andere Seele aber, welche die Alten das „Zornige" (הכעסנים iracundi)[23]) nannten, verbindet sich mit dir, damit du, mit dieser Kraft im Bunde, über die begehrliche

22) אומות „Völker" wird hier für „Leute" gebraucht, wie das spanische gentes. Vgl. Anm. 19.

23) Das wird das platonische θυμός sein, während die begehrende Seele dem ἐπιθυμητικόν Plato's entspricht. Vgl. De Republica l. IV. 440 und Philebus.

Seele herrschest; bist du aber von diesen beiden Seelen und vom Leibe frei geworden, dann vermagst du zu erkennen und zu verstehen. Wie die erlauchten unter den alten Philosophen sagten, ist das „die Sache des Menschen nach dem Tode". Soweit die Fragmente bei Palkira.

Es ist nicht nöthig, diesen Fragmenten Auszüge aus der Encyklopädie an die Seite zu stellen. Schon das von H. Dietrici Uebersetzte reicht hin ein mehrseitiges Zusammentreffen der Gedanken zu beweisen. Namentlich ist dieses der Fall mit dem Abschnitte von der universellen Seele, welcher sich in der Münchner Handschrift (Recension Maslamah) Cod. 652 f. 173. a. und bei Dietrici in der Zeitschrift d. D. M. Ges. Bd. XV. S. 599 findet.

Allerdings ist die Theorie von den Erkenntnissstufen, von der Einwirkung des intellectus agens auf den individuellen Verstand, von der Weltseele u. dgl. ein Gemeingut der arabischen Speculation und möglich ist, dass zunächst Alfarabi als Quelle diente, soweit bei einem offenbar sehr selbstständigen Denker Quellen vorauszusetzen sind.

Wenden wir uns, die Frage von diesen Fragmenten bei Seite lassend, nochmal zum Hauptwerke Ben Gabirols, dem fons vitae zurück, so mag nach dem Obigen ein Einfluss von Seite der Encyklopädie als sicher angenommen werden. Um so glänzender tritt die Originalität des israelitischen Denkers hervor. Auf dem Gebiete des philosophischen Denkens besteht der höchste Ruhm der Originalität nicht darin, über frühere Leistungen unwissend zu sein, oder sie zu ignoriren, sondern darin, ihnen gegenüber einen neuen Weg anzubahnen.

Das hat Ben Gabirol mit ungewöhnlicher Anstrengung versucht. Er hat in der Beweisführung Sprünge gemacht, er ist zu einem falschen Resultate gekommen, aber bei der Gründlichkeit seiner Untersuchung ist er auch durch seine Irrthümer lehrreich geworden.

Herr C. Hofmann sprach:

„Ueber das Schlummerlied und den Bienensegen".

Das von Zappert 1852 entdeckte und 1859 veröffentlichte Schlummerlied ist jüngst von Franz Pfeiffer in Forschung und Kritik auf dem Gebiete des deutschen Alterthums II. Heft Wien 1866 ausführlichst behandelt und dessen Echtheit aufs Entschiedenste behauptet worden. Es ist bekanntlich J. Grimm allein, der von allen nicht österreichischen Gelehrten von Anfang an sich in begeisterter Weise zu Gunsten des Liedes ausgesprochen hat. Alle andern waren theils mit, theils ohne Angabe von Gründen mehr oder weniger entschieden in der Behauptung der Unechtheit. Da nun Pfeiffer ausser J. Grimms und seiner eigenen Autorität noch eine Anzahl der angesehensten Wiener Gelehrten, die Herren Birk, Diemer, v. Karajan, v. Meiller und Th. Sickel für das Schlummerlied anführt, die alle nach sorgfältiger Untersuchung die Echtheit der Handschrift für unzweifelhaft halten, so schienen von dieser Seite her die Einwürfe der Gegner aufs wesentlichste erschüttert, und es trat an den unbefangenen Forscher die dringende Aufforderung heran, sich mit dem durch seinen Inhalt so äusserst merkwürdigen Stücke ernster zu beschäftigen. Ich that diess sofort und kam zu der Ueberzeugung, dass das Lied auch nach den Herstellungen und Erklärungen von Grimm und Pfeiffer und unter Voraussetzung der Unverfälschtheit des Manuscripts noch sehr wesentlichen, hauptsächlich metrischen Bedenken unterliege. Auf den ersten Blick sieht man bekanntlich dem Liede an, dass es Langzeilen mit 8 Hebungen und mit Stabreim dar-

stellen soll. Es zeigt sich ferner, dass es mit der Richtigkeit der Hebungen ziemlich gut steht, viel minder mit der der Stabreime. Von den 7 Versen des Ganzen sind nämlich nicht weniger als 5, der 2., 4., 5., 6. und 7. in stabreimender Beziehung falsch; ein höchst auffallendes Verhältniss, wenn man dagegen erwägt, wie leichtverständlich die einzelnen Verse und wie correct die Hebungen sind. Eigentlich sollte man ja voraussetzen, dass dieselbe Zerrüttung, welche die Stabreime aus den Fugen gebracht hat, auch den sonstigen metrischen Verhältnissen und zugleich der Deutlichkeit des Sinnes geschadet haben müsste. Vergleichen wir das nächstliegende, die Merseburger Bruchstücke damit, so zeigen sich dort, wenn wir die Regeln des Stabreims aufs strengste anwenden, nur zwei Fehler in 12 Langzeilen, von denen noch dazu der eine sehr leicht zu beseitigen, der andere gleichsam durch den Sinn erzwungen ist, nämlich 1. falsche Stabstellung in Balderes *v*olon, / *v*uoz, wo Balderes entweder nach volon oder für vuoz buoc (= Vorderfuss) gesetzt werden muss, 2. in *S*inthgunt, *S*unna, *s*uister, wo das zweite s im zweiten Halbverse allerdings zu viel ist, aber nicht wohl zu vermeiden war, da weder Sunna noch suister durch ein anderes Wort ersetzt werden konnten. Im Schlummerliede nun ist der zweite Vers unrichtig, weil er zwei Stäbe in der zweiten Vershälfte hat, der vierte, weil s nicht auf st reimen darf und weil suoziu ausserdem aus zwei Gründen den Stabreim nicht tragen kann, da es einmal seinem Substantiv nachfolgt, dann ferner nackt am Ende des zweiten Halbverses steht, welche Stelle dem Hauptstabe nicht zukömmt. Der 5. ist unrichtig aus demselben Grunde, wie der erste (*p*richit // *p*luumun *p*lâwun), der 6. aus demselben Grunde, wie der dritte (*s*entit / *sc*âf), der 7. ist endlich nicht an und für sich, sondern nur in dieser Schreibung unrichtig, da nicht *h*êrro, *h*ûrit / *h*orsco, *h*artâ, sondern nur *e*inougo

und *ascâ* den Stabreim tragen können. Der 2., 4., 5. und 6. **endlich** sind noch miteinander falsch, weil den Götternamen jedesmal der Stabreim entzogen ist ohne allen Grund, das heisst, ohne dass sie in Verbindung mit einem Substantiv oder Adjectiv die hintere Stelle einnehmen. Im Verhältniss der Hebungen ist der zweite Vers (wegen craftlichó mit fehlender Hebung auf der Stammsylbe), der 6. wegen Zánfana u. mórganè, dann besonders der 7., wegen des unerhörten Auftactes unta einoúgo zu beanstanden.

Ich habe nun, immer die Echtheit vorausgesetzt, versucht, solche Verse herzustellen, welche den Gesetzen des Stabreimes und der Betonung entsprechen und theile hier mein Resultat mit. Im zweiten Verse war nicht so leicht durch blosse Umstellung der Vershälften, wie im fünften zu helfen, ich verlegte daher den Hauptstab auf Triwa, wodurch werit in den Auftact trat, craftlîcho seine richtigen drei Hebungen bekam und die Veränderung von wolfa in tiora sich von selbst verstund. Im vierten fehlte der Stabreim ganz, eben so im 6. Ich durfte ihn daher in den Namen der Göttinnen suchen; zu Ôstra stimmte êgir, honac musste nachstehen, wodurch freilich die schönen „Honigeier" verloren giengen, aber ein richtiger Stabreim gewonnen wurde. Am schwersten war in dieser Beziehung der 6., der ganz unerlässlich einen Hauptstab z verlangte, nachdem der falsche Reim s, sc hatte verworfen werden müssen. Da nun bloss die Zahlwörter als Träger des Stabreimes den übrigen Redetheilen voranstehen, welchen nach gewöhnlicher Betonung der Reim gebührt (also dem Substantiv, Adjectiv und Verbum), so musste ein solches Zahlwort in veiziu gesucht werden, welches gerade an der Stelle steht, wo der Hauptstab hingehört. Stellt man die Sylben uei oder zu
zu uei untereinander, so ergiebt sich die Emendation zuuei von selbst. Den 7. Vers endlich konnte

ich, nach Herstellung der allein richtigen Stäbe *e*inougo / *a*scâ nur so herstellen, dass ich horsco wegliess.

Somit kam denn folgende metrische Stylübung zum Vorschein, die ich unmittelbar nach dem Erscheinen des Briefes von J. Grimm an Pfeiffer (in der Germania abgedruckt) zu Papier gebracht und seitdem nicht weiter geändert habe.

1. *S*lâ'f, tóchâ, slû'mô', / *s*â'r lâ'zes wéinô'n!
2. *t*íora uúrgiánthémo / uuèrit *T*ríuua cráftlí'chó
3. slâ'fês únza *m*órgán / *m*ánnes trû'tsúniló!
4. *O*'strâ stéllit chíndé / *ê*'gir hónacsúozíu,
5. *p*lúomon *p*lâ'wâ rô'tâ' / *p*ríchit Hê'râ chíndé,
6. *Z*ánfána séntít / *z*uueí scâ'f cléiníu
7. unta *e*ínóugo hê'rró / hû'rit *á*scâ hártâ'.

In der Uebersetzung etwa so lautend:

1. Schlaf, Tocke, schlummre, gleich lass das Weinen!
2. Dem würgenden Thiere wehret Triwa kräftig.
3. Schlaf bis zum Morgen, des Mannes Trautsöhnlein.
4. Eier honigsüsse stellt Ostra dem Kinde,
5. Blumen blaue rothe bricht Hera dem Kinde,
6. Zanfana sendet zwei nette Schafe
7. und der einäugige Herr leiht harte Eschen (Lanzen).

Es fällt mir nun nicht im entferntesten ein, zu behaupten, der alte Text müsste gerade so gelautet haben, wie ich ihn hier vorlege; denn ich überlasse gerne Anderen den Ruhm, durch zeitgemässe Umdichtung unserer alten Bruchstücke, Hildebrandslied, Wessobrunner Gebet u. s. w., der germanischen Philologie eine neue Aera zu eröffnen; ich wollte nur so viel sagen, metrisch correcte Verse müssten ungefähr so gelautet haben, während das jetzt vorliegende „Schlummerlied" uns jene nebelhafte, verschwommene Stabreimerei zeigt, die in Deutschland lange geherrscht hat und zum guten Theile noch herrscht, der aber wahrlich weder von der Praxis noch von der Theorie

der alten germanischen Dichter die leiseste Ahnung aufgegangen ist.

Allein gegenüber den wissenschaftlichen Wiener Autoritäten, die bei Pfeiffer für die Unverfälschtheit der Handschrift auftreten, glaubte ich dennoch diesen wie anderen Zweifeln an der Echtheit des Ganzen Schweigen gebieten und mich einfach bei der logischen Folgerung beruhigen zu sollen, dass Einer wirklich im 11. oder 10. Jahrhundert solche Pseudostabreime gemacht haben müsse, da sie eben einmal in einer echten Handschrift vorliegen. Diese Echtheit, um die sich natürlich alles dreht, konnte ich nach dem blossen Facsimile bei Zappert nicht näher prüfen und würde auch, hätte mir das Original selbst vorgelegen, nicht gewagt haben, eine Ansicht von mir jenen Männern gegenüber geltend zu machen, da ich nur zu wohl weiss, dass selbst eine fast lebenslängliche praktische Beschäftigung mit Handschriften verschiedenster Art und Zeit noch lange nicht die Berechtigung giebt in schwierigen palaeographischen Punkten ein entscheidendes Urtheil zu beanspruchen.

Einer der Hauptpunkte in der Beweisführung für die Echtheit der Handschrift kam mir allerdings sehr bedenklich vor, nämlich die Behauptung, dass die Bezeichnung der Vocale a, e, i durch Strich und Puncte (so a = -, e = ¨, i = ·) einzig und allein aus der hebräischen und zwar wieder nur aus der orientalisch hebräischen Vocalisirungsmethode herübergenommen sein könne. Dieser Behauptung gegenüber (welche jede Möglichkeit einer Fälschung ausschliessen sollte) liess sich beweisen, dass allerdings auch in lateinischen HSS. die Vocalbezeichnung durch Punkte und zwar sogar als eine systematische vorkommt. So konnte ich mich sofort aus meiner kleinen palaeographischen Praxis an eine hübsche Stelle erinnern, die mir einige Zeit vorher Herr Collega Professor Friedrich in einer hiesigen Handschrift gezeigt hatte und die ich, da sie kurz und

schlagend ist, hier mittheile. Sie steht Cod. lat. Monac. 14836 fol. 80 a. saec. X. (auch Cod. Emm. K. 6) Opuscula mathematica:

„*Genus huius descriptionis tam quod supra punctis V. et vocalibus quam subtus cum aliis vocalibus quam solitum est informatum continetur, fertur quod S. Bonifacius archiepiscopus et martyr de angulis saxis veniens hoc antecessoribus nostris demonstrarit, quod tamen non ab illo inprimis coeptum esse, sed ab antiquis istius modi usus crevisse comperimus.*“

Dem Satze voraus steht der Schlüssel A. E. I. O. V. und dann folgt als Anwendung des Systems folgendes mit den punktirten Vocalen geschriebene Stück:

Versus Bonifacii archiepiscopi gloriosique martiris.

Daraus geht so viel mit Sicherheit hervor, dass ein Fälscher gerade nicht nothwendig das orientalisch jüdische Vocalisirungssystem hätte kennen müssen, um das Schlummerlied zu schreiben. Indess bleibt dieser Punkt, so wichtig er sein mag, doch immerhin untergeordnet gegenüber dem Gesammtergebnisse der graphischen Prüfung. Man wird mich wohl keines übertriebenen Skepticismus zeihen, wenn ich auch nach dem Ausspruche so bedeutender Männer eine Wiederholung derselben für höchst wünschenswerth hielt und nach dieser Ueberzeugung handelte. Ich ersuchte meinen verehrten Freund Hrn. Prof. Jaffé, als er jüngst von München über Wien nach Hause reiste, diese Prüfung vorzunehmen, und hier ist seine Antwort:

„Ich habe mir in Wien das Schlummerlied vorlegen lassen und fand — wie ich schon dort kein Hehl hatte — graphischer Seits die unzweideutigsten Zeichen, dass darin eine **moderne Fälschung** vorliege.“

Damit ist meine Competenz zu Ende und ich habe nichts mehr über das Schlummerlied zu sagen.

Dagegen möchte ich zum Schlusse noch meine Ansicht über die Bedeutung des Namens Tamfana vorlegen.

J. Grimm's Etymologie, die er bei dieser Gelegenheit vorschlug, scheint mir zu künstlich, um möglich sein zu können. Ich erkläre das Wort, welches ich in Tam und fana zerlege, aus dem Sanskrit und zwar aus den Elementen dam und pâ. Dampânâ, wie es im Sanskrit gelautet haben würde, kann nichts wesentlich anderes bedeutet haben, als das noch vorhandene bereits im Veda vorkommende dampatis, welches aus denselben Elementen dam + pâ, nur durch ein anderes Suffix gebildet ist und heisst: Herr von Haus und Hof, Gebieter überhaupt, im Dual Mann und Frau. Tamfana würde demnach Hausfrau, Gebieterin, Herrin bedeuten und wäre sohin der zweite altgermanische Göttername, für den sich nur aus dem Sanskrit eine einfache und ungezwungene Deutung finden lässt, vorausgesetzt, dass man meine Gleichstellung von Nerthus mit sanskr. nṛtûs = Erde (mitgetheilt in der Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft II. Bd. 1848. S. 126.) als eine solche Deutung gelten lassen will, wie es wenigstens Pictet in seinen Origines Indo-européennes II. 666 gethan hat.

Bei dem „Bienensegen", den Dr. Reifferscheid in einem vormals Lorscher Codex in der Vaticana entdeckt und F. Pfeiffer in demselben Hefte veröffentlicht und erklärt hat, wird man die Frage nach der Echtheit der Handschrift kaum aufwerfen, wenigstens bietet weder das Facsimile noch Inhalt und Sprache des Stückes einen Anhalts-

punkt zu solchem Bedenken. Dagegen habe ich über die metrische Herstellung und die Erklärung in einigen Punkten eine von Pfeiffer abweichende Ansicht. Die Handschrift besteht aus folgenden 5 Zeilen.

1. Kirst imbi ist hu̥̇e nu fliuc du uihu minaz hera
2. fridu frono in munt godes gisunt heim zi comonne
3. sizi sizi bina inbot dir sōe maria hurolob ni habedu Zi holċe
4. ni fluc du. noh du mir nindrinnes. noh du mir nintuuin
5. nest sizi uilu stillo uuirki godes uuillon.

Die zwei ersten Zeilen sind also Prosa, die drei folgenden deutlich viermal gehobene, gereimte Verse. Allein bei weiterer Betrachtung zeigen sich in der zweiten Zeile die Reime m u n t : g i s u n t, es zeigt sich ferner, dass diese zweite Zeile ganz genau die Elemente von zwei Versen enthält, endlich zeigt sich in der ersten Zeile am Anfang wieder ein vollkommener Vers, so dass also dem durchgehenden Metrum in Wirklichkeit nur die Worte der ersten Zeile nu fliuc du uihu minaz hera sich entziehen.

Wir haben somit 11 Verse und dazwischen ein Stückchen Prosa, was ein zu unwahrscheinliches Verhältniss ist, als dass es uns nicht reizen sollte, die Herstellung des 12. wenigstens zu versuchen. Um dazu zu gelangen, gehe ich vom 3. Verse aus, hurolôb ni habê du, wo der Imperativ in einer logisch unmöglichen Weise gebraucht ist; denn den Satz: d u h a s t k e i n e E r l a u b n i s s, f o r t z u f l i e g e n in den Imperativ zu bringen: „h a b e d u k e i n e E r l a u b n i s s“, das möchte selbst der freieren Satzbildung des Altdeutschen zuviel zugemuthet heissen. Ich lese daher habês im Indicativ. Wenn man nun in der ersten Zeile gleichfalls den Abfall eines solchen schliessenden s nach uihu voraussetzt, und zugleich die drei ersten Züge des Wortes für in statt ui nimmt, so entsteht n u f l i u c d u i n h u s m i n a z h e r a. Der originelle Ausdruck mein Vieh für Bienen geht dadurch

allerdings verloren; aber wir bekommen einen guten und auf den vorausgehenden reimenden Vers, wenn wir nun dafür das der Bedeutung nach identische nû fliuc dû mir zi hûse setzen.

In der sonstigen Erklärung des Spruches kann ich in zwei Punkten Pfeiffer nicht beistimmen. Kirst in der ersten Zeile halte ich doch für Metathese von Krist, und noh dû mir intuuinnêst erkläre ich nicht mit „noch (dich) mir entwindest", sondern beziehe es auf die Arbeit der Bienen, Honig und Wachs eintragen, gewinnen, wovon der Gegensatz intuuinnan also bedeuten muss: austragen, vertragen, an den unrechten Ort tragen.

untwinnen kommt bei Frisch II. 451, a vor als Verbum activum, wo es bedeutet, einen Bergmann seinem Dienstherrn abwendig machen.

Nach meiner Lesung lautete der Spruch demnach so:

Kírst! ímbi ist hû́zé!
nû́ flíuc dû́ mír zi hû́sé,
frídu frốno in gódes munt
heím zi cómonné gisúnt.
sízi, sízi, bî́nấ!
inbốt dir sáncta Márjấ.
úrolốb ni hábês dû́,
zi hólcé ni flíuc dû́,
nóh dû́ mír n'indrínnếs
nóh dû́ mír n'intuuínnếs!
sízi uílu stílló,
uuírki gódes uuíllón!

d. h.: Christ, der Imm ist aus!
Nun flieg du mir zu Hause,
mit Frohnfrieden in Gottes Schutz
heim zu kommen gesund.
Sitze, sitze, Biene!
gebot dir Sanct Maria.

Urlaub nicht hast du,
zu Holze nicht flieg du,
noch du mir nicht entrinne,
noch du mir nicht vertrage.
Sitze viel stille
und wirke Gottes Willen.

Derselbe sprach:

„Ueber einige Runeninschriften".

1.

Unter den Denkmälern der cimbrischen Halbinsel zeichnen sich bekanntlich die Jellinger Runensteine vor andern durch ihren wichtigen historischen Inhalt aus und sind daher häufiger als die meisten andern Gegenstand gelehrter Besprechung geworden. Ueber die Deutung dieser Inschriften, so weit sie erhalten sind, kann jetzt kein Zweifel mehr herrschen, nachdem die frühere falsche Lesung einer Stelle, durch welche Harald Blauzahn zum Kaiser von Dänemark gemacht wurde und die sogar noch Dahlmann in seiner Geschichte von Dänemark I. 85. für die wahrscheinlichere hielt, endgültig beseitigt ist.

Dagegen ist die grosse Jellinger Inschrift durch eine bekannte und durch eine zweite, wie mir scheint, bis jetzt noch nicht bemerkte Lücke entstellt, deren Ergänzung, wenn sie mit einiger Sicherheit gefunden werden könnte, bei einem so wichtigen und prächtigen Denkmale sehr erfreulich sein müsste. Ich legte bei meiner Arbeit die schöne Abbildung in Saxon. Grammat. histor. Dan. edd. P. E. Müller et J. M. Velschow, Havniae 1858 pars II. p. 290 zu Grunde, halte mich aber in der Erklärung der ent-

scheidenden Stelle nicht an die dänischen Herausgeber, welche Rasks, zuerst 1823 in den Antiqu. Annal. 4. S. 267 (S. Saml. Afhandl. af Rask 3, 485) gegebene Lesung wiederholen, sondern an P. A. Munchs Runinskrifter in dessen Språkbyggnad, Stockholm 1849 S. 139.

Die Inschrift beginnt auf der breiten Seite mit 4 Zeilen, setzt sich dann auf der ersten Schmalseite unter dem Pferde fort und schliesst auf der zweiten Schmalseite unter dem Königsbild.

Auf der zweiten Schmalseite erscheint nun die bekannte Lücke zwischen AUK und KRISTNa; allein auch auf der ersten Schmalseite zeigt sich eine bedeutende Lücke, die ausgefüllt werden muss, da man nicht annehmen kann, dass der Runenordner eine so lange Strecke, fast eine Drittelslinie, leer gelassen habe. Man sieht auf der Abbildung auch ganz deutlich, dass der Stein verletzt ist, da noch ein Theil des Bandornaments am Schlusse der Zeile fehlt. Da eine Ergänzung erstens dem Sinne und zweitens dem auf dem Steine zwischen dem letzten erhaltenen Buchstaben und dem Ornament vorhandenen Raume gleichmässig entsprechen muss, so wird dadurch eine solche eigentlich erst ermöglicht, da alle Conjecturen nun nach zwei Kriterien erwogen werden können. An unserer Stelle passt nun räumlich ALAN, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man die fünf ersten Runenzeichen unserer Zeile, die zufälliger Weise dieselben sind, durchzeichnet und auf die leere Stelle legt. Dem Sinne nach entspricht dies ALAN gleichfalls, denn es ist ja eine Thatsache, dass Harald Gorms Sohn Oberkönig von Norwegen geworden war, und also von sich sagen konnte, er habe „ganz Norwegen“ gewonnen.

Auf der zweiten Schmalseite, die den Schluss der Inschrift enthält, ist die Lücke viel grösser, da nur 11 Buchstaben erhalten sind; aber dafür haben wir hier noch einen dritten sicheren Anhaltspunkt für die Ergänzung, nämlich

die erhaltenen Spuren der Verticalstriche einzelner Runen, denen das einzufügende Wort entsprechen muss. Da ausserdem der erste Buchstabe der zerstörten Stelle ein deutliches T ist, so kann das erste Wort in der Lücke nur TANMAURK gelautet haben, wovon man sich leicht überzeugt, wenn man diess in der vierten Zeile der Breitseite am Schlusse befindliche Wort in unsere Lücke Strich für Strich hineinpasst. Es bleibt dann noch zwischen dem ergänzten und dem letzten Worte der Zeile eine kleine Lücke, in der keine Spur von Runen erhalten, die also tiefer beschädigt ist. In diesem kleinen Raume muss das Verbum gestanden haben, von dem KRISTNA regiert ist. Dem Sinne und Raume zugleich entspricht hier allein LIT (runisch für lét). Die ganze Inschrift lautete demnach (wobei ich nach Munchs Vorgang mit kleiner Schrift das schliessende r und das a mit zwei Seitenstrichen rechts, endlich durch Th den aspirirten Dental, die Ergänzung durch liegende Schrift bezeichne)

Breitseite.

1) HARALTR : KUNUKr : BATh : KAURUA
2) KUBL : ThAUSI : AFT : KURM : FAThUR : SIN
3) AUK AFT : ThIURUI : MUThUR : SINA : SA
4) HARALTR IAS : Sar : UAN : TANMAURK

1. Schmalseite.

5) ALA : AUK : NURUIAK : *ALAN*

2. Schmalseite.

6) AUK : T*ANMAURK* : *LIT* : KRISTNa

d. h. Harald König hiess machen diesen Hügel für (nach) Gorm seinen Vater und für Thyra seine Mutter; der Harald, welcher sich gewann ganz Dänemark und ganz Norwegen und Dänemark liess christlich machen.

2.

Die **Blekinger** Runensteine sind seit 230 Jahren im Allgemeinen durch **Olaus Wormius** Danica Literatura bekannt, 1847 gab **Worsaae** zuerst eine zuverlässige Abbildung derselben, ("zur Alterthumskunde des Nordens"), 1863 erschien die erste Deutung von Professor **Franz Dietrich** (die Bleckinger Inschriften etc. Marburg 1863), eine neue Abbildung und Deutung brachte das in diesem Jahre veröffentlichte Prachtwerk von **George Stephens**, Professor in Kopenhagen, **The Old-Northern Runic Monuments of Scandinavia and England**, Part. I. Cheapinghaven. Die Erklärungen der beiden Gelehrten sind gänzlich verschieden, was nicht zu verwundern ist, da diese Runen zu den ältesten und schwierigsten gehören, die überall existiren, ja vielleicht in beiden Beziehungen alle bekannten übertreffen. Ausser diesen Erklärungsversuchen ist mir nur noch ein dritter bekannt, der die kleine Inschrift von Istaby zum Gegenstand hat, in der Promotionsschrift von **Hans Ol. Hildebrand Hildebrand**: Svenska Folket under Hednatiden, Stockholm 1866 p. 71 ff. Von den drei Erklärern hat Stephens seinen Vorgänger, wiewohl er dessen Werk in der Angabe der Runenliteratur aufführt, nicht näher berücksichtigt, Hildebrand scheint weder Dietrich noch Stephens gekannt zu haben.

Das Ergebniss meiner Untersuchung, bei der ich Worsaaes Abbildungen zu Grunde legte, die in allem Wesentlichen durch Stephens jüngst erschienenes und mir damals noch nicht zugängliches Werk bestätigt werden, ist wiederum ein so gänzlich verschiedenes, dass der Raum dieser Blätter mir nicht gestatten würde. auf eine Polemik gegen meine Vorgänger einzugehen. Ich muss mich daher begnügen, meine Ansicht rein, wie sie sich mir gebildet hat, darzu-

stellen, und von Dietrich u. Stephens nur die Uebersetzung der zwei Hauptinschriften anzuführen, woraus man ersehen wird, dass der Unterschied zwischen den drei Resultaten ungefähr ein solcher ist, wie wenn drei eine und dieselbe Stelle so übersetzten, dass der eine das Original für Hebräisch, der andere für Sanskrit, der dritte für Türkisch hielte. Die Wahrheit kann hier nicht in der Mitte liegen. Zwei müssen nothwendig und gänzlich Unrecht haben, womit allerdings nicht gesagt ist, dass dasselbe nicht auch bei dem dritten der Fall sein könne; eine solche Bestätigung wenigstens, wie Kemble, der 1840 das Ruthwellkreuz erklärte und 1843 (Arch. Bd. XXX) schon aus dem Codex Vercellensis seinen Fund bewies, wird nicht leicht einem zweiten Runenforscher zu Theil werden.

Der Blekinger Inschriften sind fünf an der Zahl, vier noch vorhanden, die fünfte verloren und nur aus Olaus Wormius Danicorum Monumentorum libri sex (Hafniae 1643) p. 219 bekannt. Sie tragen ihren Namen nach den vier Orten S ö l v i t s b o r g, B j ö r k e t o r p, I s t a b y und G o m m o r E n g im südwestlichen Blekinge oder wie man früher schrieb Bleking. In Betracht kommen davon nur vier, da der fünfte Stein (der zweite von Sölvitsborg) zu sehr beschädigt ist, um eine sichere Lesung zuzulassen.

Die Erklärung beginnt mit dem leichtesten, dem ersten von Istaby, der lauter Eigennamen und ausserdem nur die gewöhnlichsten und einfachsten Ausdrücke einer Grabinschrift enthält. Er ist an einer Stelle leicht beschädigt, bei Worsaae (Tafel XIII. 1. b.) war diess nicht recht deutlich, bei Stephens (S. 175) ist es nun ganz klar und die Ergänzung des beschädigten a unzweifelhaft, da man hier sieht, dass auch von dem folgenden R die obere Spitze weggebrochen ist. Die Inschrift lautet:

Vorderseite.

AFaTr HARIVULaFa
HAThUVULaFr HAERUVULaFIr

Rückseite.

VaRAIT RUNAr ThAIAr

d. h. Nach (= zum Andenken an) Harivulafr schrieb Hathuvulafr Haeruvulafr diese Runen.“

Was die Lesung betrifft, so ist, wie gesagt, durch Stephens vorzügliche Abbildung varait ausser Zweifel gesetzt, eine Zerdehnung für vrait, die auch auf dem Steine von Varnum in Vermland (Stephens S. 216) vorkömmt: RUNOr VaRIT (= varait) welcher Stein ebenso wie die Blekinger mit dem volleren südlichen Alphabet geschrieben ist, dessen charakteristische, dem kürzeren, nördlichen fehlende Grundbuchstaben D, E, G, H, M, O, V sind. Auf diesem Steine von Varnum ist auch, wie auf dem von Istaby, das auslautende R durch den Buchstab ausgedrückt, der in der nördlichen Schrift gewöhnlich M ist, so in dem angeführten runor. Sonst ist der Inschrift von Istaby nur das A eigenthümlich, durch das Zeichen ausgedrückt, welches sonst S ist, dessen Werth als A hier aber durch sein häufiges Vorkommen ausser Zweifel steht. Dass im ersten Wort afatr für aftar verschrieben ist, leidet keinen Zweifel.

In der Lesung dieses Steines von Istaby stimme ich bis auf eine Kleinigkeit mit Dietrich überein, anders Stephens und Hildebrand, deren Lesungen und Deutungen so lauten:

Stephens. yfaeta Hyriwulaefae, Hythuwulaefa, Hyeruwulaefia waeryit runya thyiya d. h. After Hyriwolf and Hythuwolf Hyeruwolf wrote runes these.

Hildebrand. Afat. m hariwulafa, hathuwulafam, haeruwulafam w. l. rait runam thaiam d. h. at härulfars . . .

stridsulfvar, svärdsulfvar ritade . . . (med) dessa runor. In der Erklärung fügt er bei afat. m. wisse er nicht zu deuten, hariwulafa sei Gen. Pl., w. l. ohne Zweifel eine Abkürzung des Namens des Runenschreibers, die übrigen Substantiva seien Dat. Pl.

Auch Dietrich übersetzt die Worte nicht so, wie er sie liest, sondern schiebt zwischen Hathulafr (so verliest er und so steht auch in seiner lithographirten Abbildung des Originals) und Haeruwulafir ein ok ein, versetzt die Zeilen, nimmt dann das letzte a von Harivulafa zu va (in varait) herunter, verwandelt v in b und erhält nun den Namen Aba, des Mannes, welcher die Runen geschrieben hat. So ergiebt sich: Hathulâfr (und) Harivulafir (setzten diesen Stein) zum Gedächtniss von Harivulafr. Aba schrieb diese Runen. Man wird weiterhin bei Behandlung der Sölvitsborger Inschrift sehen, dass Dietrich durch den kleinen Lesefehler Hathulafr für Hathuvulafr nothwendig die ganze Inschrift missverstehen musste.

Ihrer Kürze und Einfachheit wegen sollte nun die Inschrift von Gommor Eng folgen; aber da sie nur aus Wormius und leider sehr ungenau bekannt ist, so kann sie wenig beweisen und muss daher zum Schlusse aufgespart werden.

Die zwei grossen und Hauptinschriften, um die sich Alles dreht, sind die von Björketorp und von Sölvitsborg.

Da sie sich gegenseitig erklären und da, nach meiner festen Ueberzeugung wenigstens, die eine ohne die andere nie mit einem gewissen Grade von Sicherheit gelesen werden könnte, so müssen beide zusammen behandelt werden. Ihr Alphabet ist vollkommen identisch bis auf den einzigen Punkt, dass das Final R in der Björketorper dieselbe Form zeigt, wie in der Istabyer (7mal kömmt es dort, 5mal hier vor und immer gleich), während die Sölvitsborger das gewöhnliche Final R des nordischen Alphabets mit den Seiten-

strichen unten an der Verticallinie und zwar auch 7mal zeigt. Ebenso stimmt ihr Alphabet zu dem von Istaby, mit Ausnahme der zwei, diesem eigenen a ᛋ, ᚠ, mit dem von Gommor Eng haben sie das erste a gemein, während das zweite a von Gommor Eng mit Istaby und Tune stimmt. (In allen übrigen Buchstaben sind diese sämmtlichen Inschriften, wie die beigefügte vergleichende Schrifttafel zeigt, vollkommen identisch.)

Indem ich nun nach Lesung des Istabysteines an die beiden grossen Inschriften gieng, fand ich, dass auf dem einen (Sölvitsborg) die Namen Harivolf und Hathuvolf des Istabysteines wiederkehren, und dass sie ausserdem unter sich zwei Eigennamen und dasjenige Verbum, welches gerade das schwierigste Wort in beiden ist, gemeinsam haben. Nachdem so für Björketorp das scheinbare M als Final R bestimmt war, schieden sich M und D deutlich von einander. Noch zeigte sich, dass H dieselbe doppelte Function hat, wie das H (>|<) des nordischen kürzeren Alphabets, nämlich G und H oder wie Munch es ausdrückt, Gh und H. (Runläre S. 128). Beide Inschriften lese und theile ich demnach so:

Björketorp.

Erste Seite.

1) SAr / ThAT / BARUTr
2) UTI / Ar / VELADAUDE.
3) HAERAMALAUSr
4) INA RUNAr / ARAGEU
5) FALAGhAM, / GhADROAG
6) HAIDr / RUNORONU.

Andere Seite.

7) UThARABASBA

Sölvitsborg (bei Stephens Stentoften).

Breitseite.

1) AIU / GhABORUMr,
2) NIU / GhAGESTUMr
3) HAThUVOLAFr, / GAF
4) HARIVOLAFr / ,MA
5) HIDEr / RUNGNO,
6) HERAMALASAr / ARAGEUV.

Schmalseite.

7) ERAG / INO RONOr
8) ABARIUTITh

Ausserdem findet sich auf dem Sölvitsborger Stein neben der grossen Inschrift eine kleine beschädigte, die ich nicht sicher lesen noch erklären kann. Sie lautet (unsichere Buchstaben mit liegender Schrift):

*U*SNU*H*
E*M*AHED
DUNIUGO

In graphischer Beziehung ist hier nur noch zu bemerken, dass am Schlusse der dritten Zeile von Sölvitsborg ausser der Schriftlinie ein Zeichen steht, welches Dietrich Sk, Stephens S liest, welches aber nach meiner Ansicht hier ein blosses Trennungszeichen von der daneben stehenden Schrift, oder ein symbolisches Zeichen, ähnlich den Hörnern oder Krallen und dem Thorkreuze oder Hammerzeichen auf dem Snoldelefs-Stein (Thorsen S. 14), auf keinen Fall ein Runenbuchstab ist. Abgesehen von dem viermal wiederholten Worte „Runen“ mit angehängtem oder demonstrativem Artikel zeigen sich in beiden Inschriften identisch 1) die Eigennamen Haeramalausr (Björk.) = Heramalasar (Sölv.), 2) Haidr (B.) = Hider (S.), 3) das Verbum arageu (B.) = arageuv (S.) Dadurch bestimmen sich die Worttrennungen und die Verba in den

4 letzten Zeilen jeder Inschrift. In je den zwei ersten Zeilen haben wir es mit wohlbekannten Wörtern, aber mit drei eigenthümlichen auf r auslautenden Flexionsformen zu thun. Erinnern wir uns, dass im Altnordischen sich solche Formen für den Dat. pl. der Zahlwörter zwei und drei (tveimr, thrimr) vollständig erhalten haben und dass sie den wirklichen alten, im Litauischen vollständig erhaltenen, im Gothischen schon verlorenen Dat. pl. auf ms repräsentiren, so bieten sich uns in ghaborumr, ghagestumr (S. Z. 1. 2) zwei solche archaistische Dative. Da die Bedeutung von bor (Wurzel baíran) überall ist = das Geborne, Kind, Sohn, altn. borr, burr = filius, goth. baúr und das Praefix gha oder ga nichts Anderes bedeuten kann, als dasselbe Präfix ga in den übrigen germanischen Sprachen, d. h. eine Verbindung oder Gemeinschaft anzeigende untrennbare Vorsetzpartikel ist, so übersetze ich diese zwei Dativa = den Mitkindern (d. h. den Gebrüdern), den Mitgästen oder Mitfremden. Hiebei ist jedoch zu bemerken, dass ghabor auch noch aus dem Gothischen mit Rücksicht auf gabaúr, Roemer 13, 13 und Gal. 5, 21 mit „Tischgenossen" und aus dem Althochdeutschen gabûr mit „Nachbarn" erklärt werden könnte. Die Runenschrift scheidet o und u, dann lange und kurze Vocale so gut wie gar nicht und darum ist in solchen Fällen Zweideutigkeit unvermeidlich (vgl. ronor, runor). Diesem starken Dat. pl. begegnet in B. der schwache Dativ falagham = sociis, ein alltägliches Wort. Die dritte archaistische Form ist barutr (B. Z. 1), in welchem wir, das auslautende r = s, a = goth. ê, ahd. altn. alts. â setzend, sofort den gothischen Dual der zweiten Person des starken Praeteritums beruts = ihr zwei truget, erkennen, der wohl auch für die 3. galt.

Es bleibt nur noch die zweite Zeile von B. uti ar veladaude, dann die verschiedenen Verba, nämlich arageu (oder arageuv), ma, ghadroag, gaf und abariutith zu erklären.

In uti ar haben wir zwei bekannte Präpositionen, aussen, von. ‚ûti ar heisst also: von aussen her, von draussen. Die Zusammensetzung beider kömmt in den erhaltenen Denkmälern natürlich nicht wörtlich so vor, aber J. Grimm hat sie Gramm. III. 263 Nr. 2. in altn. ûtur, schwed. utur (= ût-ur, wie fram-ur, upp-ur) im Wesentlichen nachgewiesen. Gothisch würde es uta us lauten (ut us kömmt wirklich vor). Vela-daude ist vala-daudê = Waltodte, Kampftodte. Den Compositionsvocal a haben wir in Heramalausr (= altn. Harm-lauss = Harmlos) gefunden, die Vertretung von a durch e zeigt sich 1) in demselben Herama, 2) in erag für arag (altn. argr), 3) in ghestumr für ghastumr, wo natürlich noch an keinen Umlaut zu denken ist, 4) eben in unserem vela für vala. Ich will hierüber nur verweisen auf Grimm, Myth. 83 Note (Veleda = Valada), dann Gramm. I[3] 490 (Vertretung von a durch e im Gutländischen), endlich Munch Gramm. S. 13; dagegen kann ich mir nicht versagen, aus Sjöborg's Utkast til Blekings Historia och Beskrifning, Lund 1792—3. S. 146 anzuführen, dass a von den Blekingern meistens, wie e oder ä ausgesprochen wird (A uttalas oftast såsom e eller ä) was freilich wieder an Gewicht verliert durch den Umstand, dass nach Geijer die meisten Bewohner Blekings um 1564 ausgerottet und durch Smaländer ersetzt wurden (II. 173).

Unter den Verbis sind gaf = gab und gha-droag (= gadrôg) von dragan = ziehen, zeichnen, ganz klar. abariutith höchst interessant, weil es die im Nordischen verlorne und durch die zweite Person ersetzte dritte Person Sing. Praes. zeigt, ist zusammengesetzt aus der Präpos. aba (nord. af) und riutan, welches nicht mehr als Verbum erhalten ist, aber in rjótr (s. Sv. Eg. p. 665) dispersor, disseminator, (nur in Compositis) zu Grunde zu liegen scheint. Etymologisch deckt es sich mit lat. rodere und der Sinn unserer Stelle fordert auch durchaus ein Wort,

welches Auskratzen, Zerstören (der Runen) bedeutet; denn die Stelle, in welcher abariutith erscheint, ist der später so häufig vorkommende Fluch gegen den Entweiher des Grabes, den Zerstörer der Runen. Das Wort lässt sich indess noch auf andere Weise erklären. Der gewöhnliche Ausdruck für das Zerstören der Runen ist brjóta frangere und da das erste a auf Stephens Abbildung wirklich kaum zu erkennen ist, so könnte man annehmen, dass bariutith (mit Zerdehnung, wie varait für vrait) = briutith = nord. brjótir, d. h. der später gewöhnliche terminus technicus ist. Auf keinen Fall leidet der Sinn hier eine wesentliche Veränderung. Arageu, oder wie es in der anderen Lesung heisst, arageuv zerlege ich in ara-geu. Ara ist die oben besprochene Präp. ar (verlängert wie aba) und geu das reduplicirende Praeteritum des Verbums gâvan, welches jetzt im Nordischen nur noch in der abgekürzten Form gá und schwach flektirend vorkömmt, ähnlich wie kná, knádha, früher knâvan, knêuv, welche starken Formen im Nordischen verloren, im Angelsächsischen cnâvan, cneóv erhalten sind. Ebenso ist das v abgefallen im nord. thrá = ags. thrôvian u. A. Wie sich kná, knádha zu cnâvan cneóv verhält, so gá, gádha zu gâvan, geóv oder unserem runischen geuv, geu. Gá heisst observare, curare, adtendere, animum advertere, respicere, und das goth. gaunon *πενθεῖν*, *θρηνεῖν*, vielleicht sogar gaumjan *προςέχειν*, *κατανοεῖν* dürfte von demselben Stamme herzuleiten sein. Im Nordischen ist das Bewusstsein der alten starken Flexion bei kná schon so weit verloren, dass nach falscher Analogie von mega = posse, knega, knátta (welches = knahta wäre) gebraucht wird. Arageuv würde also heissen ordnete, besorgte, richtete her oder etwas Aehnliches.

Mit dem letzten Verbum ma komme ich endlich ins Gebiet der Emendation, welche bei Runeninschriften so wenig als anderswo zu vermeiden ist. Glücklicher Weise

habe ich nur zwei zu machen; denn die dritte wird man kaum eine solche nennen können. Ich lese also mat, starkes Praeteritum des Verbums mitan, welches im Nordischen verloren, wovon aber mjötudhr (Sveinb. Eg. proprie videtur esse dissecans, sector) mjöt fabricatio, mjatla minutim secare, abscidere, direkt herkommen. Mjötudhr ist = ags. meotod, alts. metud, in der christlichen Zeit als Epitheton Gottes, Schöpfer angewandt (s. Grein II, 240). Im ahd. mezzo, steinmezzo dürfen wir, da es mit meizo wechselt und also auf goth. maitan scindere, ahd. meizan zurückgeht, unser mitan zunächst nicht suchen, eher im architektonischen Ausdrucke Masswerk. Sei dem, wie ihm wolle, so geht für mitan, mat die Bedeutung schneiden hervor, welche an unserer Stelle, da es sich wieder um das Runenschneiden handelt, gut passt. Dass der Runenmeissler das t weggelassen hat, erkläre ich mir weniger aus Versehen, als aus dem Umstande, dass die Zeile schon voll war und er durch Anbringung eines weiteren Buchstabs die Symmetrie nicht stören wollte. Man wird es vielleicht auffallend finden, dass ich bei einer Runeninschrift von Symmetrie rede; aber man beobachte, dass 1) die zwei grossen Inschriften regelmässige Vierecke bilden, aus denen kein Buchstab weder vorn noch hinten heraustritt; 2) dass Wörter niemals auf einer der Blekinger Inschriften getrennt werden, jede Zeile mit einem ganzen Worte abschliesst. Der Steinmetz durfte also das T weder in die folgende Zeile, noch über die verticale Gränzlinie hinaussetzen und so blieb ihm nur der Ausweg, es wegzulassen.

Der zweite Fehler, den ich annehme, ist in der ersten Zeile von Sölvitsborg der erste Buchstabe im Worte AIU, wofür ich N lese, Niu = Neun. Der Unterschied liegt nur in einem kleinen Querstriche mehr oder weniger, der einmal aus Versehen gemacht nicht mehr entfernt werden konnte. In A finde ich durchaus keinen Sinn.

Endlich ist in der fünften Zeile von Sölv. RUNGNO offenbar falsch, das G muss ein O sein, d. h. oben geschlossen und die Accusativendung or oder ar ist ganz weggeblieben, also runorono, wahrscheinlich wieder, um nicht über die Linie hinauszukommen. Solche Auslassungen finden sich auf allen Runeninschriften massenhaft. So bin ich denn mit meinen Erklärungen und Conjecturen zu Ende und übersetze:

Björketorp.

1) Diese Wunde brachtet ihr (brachten sie?) zwei
2) von draussen kampftodt.
3) Heramalausr
4) diese Runen besorgte
5) den Genossen, es zog
6) Haider die Runen. (oder: den Genossen zog Haider die Runen.)

Sölvitsborg.

1) Den neun Gebrüdern (Genossen, Nachbarn),
2) den neun Mitgästen
3) Hathuvolafr gab (den Stein?)
4) Harivolafr, es schnitt
5) Haider die Runen,
6) Heramalausr besorgte (sie).
7) (Ein) Wicht (wer) diese Runen
8) zerstört. [1])

---

1) Dietrich übersetzt von unten nach oben lesend die Björketorper Inschrift so:
„Haidmar, der runenkundige, stach manche eigne Runen ein in der lieben Heimath, hier in dem . . . Thale, ebensowohl für Verstorbene, wenn es das mit sich brachte, als für den Ringzauber.“

Stephens dieselbe: SEAT AT the-BARRATRY (battle, conflict) OUT IN AEAWEL DIED. HERE MELL (speak, tell) US THESE RUNES his-ARE (fame, glory) YEA (truly, indeed). FELE (many) of-HELTS (heroes, champions) he-ROUTED. HADOR (honor, lustre,

Die letzte, wie oben gesagt, verlorne Inschrift die von Gommor Eng scheint zu bedeuten:

1) STA(I)NA ThRIA
2) SATE
3) HAThUVOLAFr

d. h. 1) die drei Steine
2) setzte
3) Hathuvolafr.

Stephens belehrt uns, dass der Stein um 1656 nach Kopenhagen gebracht wurde und dort in dem grossen Brande von 1728 zu Grunde gieng. Ausser den zwei Abbildungen bei Worm sind noch zwei vom Steine selbst genommene von Peter Syv und Bertel Knudsen vorhanden (s. F. Magnusen, Runamo p. 441—49). Das Wichtigste an der Inschrift ist, wie Dietrich S. 21 bemerkt, der Name Hathuwolf, von dem nur der erste Zug des H fehlt. Wir gewinnen dadurch eine schätzbare Ergänzung zur Familie der Wülfinge. (Stephens findet folgende Deutung

Stae [na] thae thrlaef saete iae thuwo laefae FFF. = Stone this Thorlaef set by the Tuva (mound, grave) of Laefi. F. FS — Son fawed (carved).)

---

glory) he-WAN. OWNS-he (he hath, he enjoys, takes he now) his-ROO (rest, repose) (= Here sleeps he now in peace).

Die Sölvitsborger nach Dietrich: Hier in Thalasar starb . . . Harivolafr. Hathuvolafr ward zu Genüge (von ihm) begastet, immerdar als Bruder, und ist der lieben Heimath nun der Erbe geworden.

Stephens: AYE HAVE-they ROME (lustre, praise), NOW in-the HOY (grave-mound) STOOM (at peace, resting). HAETHUWOLF the-GALLANT HAERIWOLF the MO (great, mighty). HADOR (honor, glory) GAINED-they. HERE MELL (speak, tell) THESE-runes their-ARE (fame) YEA (truly, indeed). MUCKLE (a multitude) of HELTS (heroes) they-ROUTED. AEBAE WROTE THEIR GIN-RUNES (mighty letters).

Uebrigens könnte der verlorne Stein, wenn meine conjecturale Erklärung desselben richtig sein sollte, noch ein ganz neues Licht auf das grosse Björketorper Denkmal werfen. Dieses besteht nämlich wirklich aus drei kolossalen ins Dreieck gestellten Steinen, von denen der eine die Inschrift trägt, die zwei andern, sogenannte Bautasteine, unbeschrieben sind. Sie stehen noch jetzt, wie zur Zeit Worms in einem Birkenwäldchen (silva betulina, amoena et jucunda) und bilden, wie alle Berichte sagen, das stolzeste Steindenkmal des Nordens. „Mitten zwischen denselben ist, wie man deutlich erkennt, ein tiefes Loch gegraben gewesen, allein man weiss weder, wann dieses Graben stattgefunden hat, noch ob überhaupt bei demselben etwas entdeckt worden ist.“ Worsaae S. 22. Da nun Gommor Eng, wo der fünfte Stein gefunden wurde, in der Nähe von Björketorp liegt und da dieser Stein, wie Worm berichtet, ein Bruchstück eines grösseren und die Schrift ähnlich mit der Björketorper war, so wäre es möglich, dass er aus dem Birkenwalde an seine spätere Fundstelle gebracht worden wäre, und dass er früher vielleicht in der Mitte des Dreiecks gestanden hätte. Dem Inhalte nach wenigstens würde er den Björketorpstein vortrefflich ergänzen, auf welchem gerade der Name des Mannes fehlt, der die Steine setzen liess oder, wie es auf dem Sölvitsborger heisst „gab, schenkte“. Was sich jetzt noch mit Bestimmtheit sagen lässt, ist diess, dass die auf den Abbildungen des Gommor Eng-Steines bei Worm und Stephens sicher lesbaren Buchstaben ganz genau mit den Björketorper stimmen, so namentlich A und S, während Sölvitsborg eine andere Form für S, Istaby eine andere für das A hat.

Ich wende mich nun wieder zu den erhaltenen Denkmälern und will in Kürze die allgemeinen Resultate darlegen, die sie uns gewähren.

Alle drei sind Grabinschriften wie fast sämmtliche

Steindenkmäler mit äusserst wenigen Ausnahmen. Gesetzt wurden sie von der Familie der Wülfinge, denn Volafr (wahrscheinlich der später so berühmte Name Olafr, mit langem ô als Ersatzdehnung für abgefallenes v, wie úlfr für vulfr) ist das gothische vulfs, das deutsche wolf. Ganz eigenthümlich ist die Namengebung dieser Wülfinge. Da zweimal das Verbum im Singular in Verbindung mit zwei auf volafr ausgehenden Namen sich zeigt, in Istaby: Hathuwolf Heruwolf schrieb, in Sölvitsborg: Hathuwolf Hariwolf gab, so muss wohl angenommen werden, dass je zwei einen ganzen Namen bilden, dessen Hauptbestandtheil nach Analogie der zusammengesetzten nordischen Namen wahrscheinlich der erste war, während der zweite den Namen des Vaters oder Grossvaters wiederholt haben kann. Auf dem Gommor Eng-Stein findet sich nur éin Name; aber er beweist nichts, denn der andere kann mit dem übrigen Bruchstücke verloren sein. Diese Wülfinge setzen einmal einem Wolf ihres eigenen Geschlechtes einen Denkstein, dann einen anderen 9 Verwandten oder Nachbarn, einen dritten zwei im Kampfe ausser Landes gefallenen oder tödtlich verwundeten Genossen, die vornehme Männer oder hochberühmte Krieger gewesen sein müssen, denn ihr Denkmal ist das grossartigste in Skandinavien. Höchst auffallend ist, dass gerade die Namen der Geehrten auf beiden Hauptinschriften nicht genannt werden, wobei freilich in Anschlag zu bringen, dass auf beiden noch einige Runenwörter unerklärt sind, die möglicher aber nicht wahrscheinlicher Weise die Namen oder doch etwas näher auf sie bezügliches enthalten könnten. Neben den Wülfingen, die die Steine setzen, erscheint der Runenmeister Heramalausr, der sie „besorgt", wie ich allgemein übersetze, vermuthlich also die Inschrift verfasst und die Runenstellung, Zahl, Länge der Zeilen entwirft, was nach dem oben über die Symmetrie der Inschriften gesagten gar nicht so leicht sein konnte. Endlich der

Runenhauer Haidr, der sich neben weitaus den meisten seiner Zunftgenossen mit Ehren sehen lassen kann, da er nur éinen erheblichen Fehler gemacht hat (vorausgesetzt dass meine Emendation richtig ist), während es sonst auf diesen Denkmälern so davon wimmelt, dass wir selbst die allereinfachsten Ausdrücke nur dadurch sicher verstehen können, dass sie sich tausendmal wiederholen.

Die Blekinge Wülfinge waren sicher ein bedeutendes Geschlecht; aber ihre Geschichte, wie die Blekings selbst, ruht im Halbdunkel der vorhistorischen Zeit. Das angelsächsische Beóvulfgedicht nennt die Vylfingas an mehreren Stellen, worunter eine ziemlich lange, leider dunkle. Munch (D. norske Folks Historie I, 227 Note) bemerkt, sie scheinen ihm Nachbarn von Scedenicg (Schonen) zu sein und da er (ebenda im Texte) als eigentliche Heimath der in den nordischen Sagen vorkommenden Wülfinge (Ylfingar) Ost-Gaut-Land ansetzt, so hat er, ohne von dem Inhalte der Blekinger Inschriften ein Wort zu wissen, (er sagt diess selbst S. 48) ganz genau die Heimath unserer Blekinger Wülfinge bestimmt; denn gerade an der Gränze Blekings gegen Schonen finden sich ihre Steine. Besonders ausführlich handelt er von ihnen noch S. 264 ff. Die nordische Hauptquelle ist das Sögubrot in Fornald. Sög. I. 361. Das Vorkommen der Wülfinge reicht vom Anfang des 6. Jahrh. bis ins 8. hinein, bis zur Zeit Harald Hildetands, unter welchem ein Wülfing Unter-König von Ostgautland wurde, während wir die historische Grundlage des Beóvulf, für welche Hygelács Todesjahr um 515 ein unverrückbarer Markstein ist, also damit die Existenz des Geschlechtes der Vylfinga mindestens bis in die ersten Decennien des 6. Jahrhunderts hinauf zu setzen haben.

Ich komme nun zur Hauptfrage, zum Hauptresultate. Welcher Zeit, welchem Volksstamme, welcher Sprache gehören die Blekinger Inschriften an?

Stellen wir zuerst die sprachlishen Erscheinungen systematisch zusammen. Wir haben kein Wort, keine Form gefunden, die sich nicht in der alten germanischen Sprache direct nachweisen oder aus vorhandenen Stämmen schliessen lassen. Die Vergleichung kann also keine Schwierigkeit haben. In Bezug auf den Vocalismus ist das vor Allem in die Augen springende Faktum die Zerdehnung durch Einschiebung eines a zwischen zwei Consonanten, wie sie sich in dieser Weise nur im Althochdeutschen findet, in Her*a*ma, v*a*rait, er*a*g, vol*a*fr, sogar in ar*a*geuv (wie oben im Bienensegen uro-lôb). Dieser Erweiterung gegenüber erleidet das kurze a Einbusse durch den schon oben besprochenen Uebergang in e, ae, *e*rag, v*e*la, g*e*stumr, h*e*rama, h*ae*rama. Wie a hier einen Zug zu e und i weist, ja in uti (für Goth. uta) schon in letzteres übergegangen ist, so zieht es auf der andern Seite zu o im Wechsel der Acc. Pl. Endung runor, ronor, runar, ein Zug, der am stärksten auf dem Tunestein, vo[r]aht*o*, und dem goldnen Horn, tavid*o*, hervortritt, in Endungen schwacher Präterita, denen altes a gebührt, wofür aber Gommor Eng das frühere nordische e (später i) zeigt in sat*e*. Weitere Einbusse hat a erlitten in der Dat. Pl. Endung-umr (für amr in ghaborumr), gleich dem i in derselben Endung gestumr gegenüber dem reingothischen gastim des goldenen Horns. Das etymologisch anzusetzende A vor auslautendem Flexions s ist, wie in den nordgermanischen Sprachen überhaupt, ein schwankender, oder richtiger, ein durch die Schrift nicht wohl auszudrückender Laut, lausar, lausr, Haidr, H(a)ider, Volafr, Vulafir.

Reines I kömmt nur in *i*no, *i*na und Har*i*volafr vor, zweifelhaft ist, ob es sich in H*ae*ruvulafir gleich gothischem aí oder gleich ahd. ë verhält. In ut*i* steht es für a resp. e, in gest*u*mr ist es durch u verdrängt.

U, langes und kurzes wechselt mit o, V*o*lafr, V*u*lafr, r*u*nor, r*o*nor.

Rein und ursprünglich steht es in Hathu, Haeru, bârutr, eingedrungen in bor*u*mr, gest*u*mr.

Langes â (= goth. ê, ahd. alt. u. s. w. â) erscheint in sâr, bârutr; stainâ, thriâ, thaiâr sind zweifelhaft. Echtes langes o erscheint gar nicht, ausser getrübt in ghadr*ô*ag û nur in rûnor und vielleicht in b*o*rum für b*û*rumr, ai in Haidr (Hider ist nach Runengebrauch damit identisch), varait, staina, thaiar, und auslautend zusammengezogen in daudê (goth. daud*ai*). *Au* in lausr (lasar verhält sich wie Hider), daudê, iu in niu, riutith, der Triphthong êu in aragêuv. Der Consonantismus ist vollkommen der nordische, und stimmt, bis auf den doppelten Gebrauch des H und besonders das Final r, auch genau mit dem gothischen.

Flexion. Am häufigsten ist der Nom. sing. masc. Hathuvulafr, Heruvulafir, Heramalausr, Haidr, Hathuvolafr, Harivolafr, Heramala(u)sar, H(a)ider. In erag (= nord. argr langobardisch arga u. s. w.) fehlt der Flexionsvocal, doch könnte auch eragi ganz diesem arga entsprechend, wegen des folgenden ino angenommen werden. Der Dat. s hat a (wie das Gothische) in volafa. Die Dative pl. sind hinlänglich besprochen. Ein Acc. pl. m. ist staina, wenn ich richtig lese. Von besonderer Wichtigkeit sind die Accusativpluralformen von rûna. Sie zeigen uns, dass die Blekinger Runen den nordgermanischen angehängten Artikel (Stamm ana) neben freistehendem vorgesetztem Demonstrativum (Stamm ina) besitzen. Aus runo*r*onu (ohne Final r) lässt sich graphisch entnehmen, dass Artikel und Substantiv bereits éin Wort bildeten. Ein Acc. Neutr. ist in sâr vulnus, ein Adj. Sing. in erag, und, besonders wichtig, ein starker Plural in daudê enthalten. Von Zahlwörtern haben wir niu und thria (?). An Adverbien und Präpositionen ûti, ar, ara, aba, die zwei letzteren in der Zusammensetzung.

Das Verbum ist durch ein starkes Praesens nach gothischer Weise, aba-riutith, und durch 5 starke Praeterita ara-gêuv, gha-drôag, gaf, mat, varait und eine schwache Form sate vertreten.

Diese wenigen Worte genügen doch zur Beantwortung der Hauptfrage, welchem Sprachstamme und welchem relativen Alter gehören diese Denkmäler an? Jedenfalls dem nordgermanischen; denn sie zeigen im Flexions r, im postponirten Artikel, im Dat. pl. auf mr die charakteristischsten Merkmale dieses Stammes. Aber sie sind zugleich unberechenbar älter, als irgend ein bekanntes Denkmal nordgermanischer Zunge, das beweisen die Züge, die sie mit dem Gothischen und den südgermanischen Sprachen gemein haben, und deren Erscheinen nicht etwa aus Sprachmischung, was ein höchst verkehrtes Beginnen wäre, sondern nur daraus gedeutet werden kann, dass das Nordgermanische eben diese früher gemeingermanischen Formen in der uns bekannten Zeit schon verloren hat; denn einen Dual, eine wirkliche dritte Person Ind. Präs. Sing., mehr reduplicirende Praeterita, einen gesonderten Adjectivplural auf ê (goth. ái) muss das Nordgermanische früher besessen haben. Im Ganzen ist nur das Gothische älter, die Sprache des goldenen Horns, des Steins von Tune, vielleicht des Steins von Varnum und ähnlicher wird ziemlich gleichzeitig sein, steht aber dem Gothischen näher und hat nicht die charakteristischen Züge des Nordgermanischen, wie es wenigstens bis jetzt scheint; denn ein bestimmtes Urtheil lässt sich nicht abgeben, so lange nicht alle mit dem längeren Alphabet geschriebenen Runendenkmäler des Nordens bis zu einem gewissen Grade sicher übersetzt sind. Ihre Anzahl ist nicht gering. Gehen wir nur den ersten Theil von Stephens durch, so weit er Schweden, Norwegen und die dänischen Inseln betrifft, so zeigt sich, dass fast alle dort abgebildeten Inschriften dieser Art sind, nämlich (von den

Blekinger abgesehen) 10 aus Schweden, darunter eine aus Südermanland und sogar 3 aus Uppland, aus Norwegen 9, aus Seeland und Fünen 4. Bei einer solchen Verbreitung der längeren Runenschrift im Norden und bei dem unzweifelhaft höheren Alter der mit diesen Runen geschriebenen Denkmäler, ist es sehr natürlich und berechtigt, wenn die Forscher Skandinaviens dieses Alphabet das altnordische nennen und ihm das kürzere, aus 16 Zeichen bestehende, als das jüngere oder gemeinnordische folgen lassen. Nur darf dieser Satz nicht so weit ausgedehnt werden, dass 1. das frühere Vorkommen des längeren Alphabets zugleich auch dessen absolut höheres Alter beweise, 2. dass die übrigen germanischen Völker, welche sich sämmtlich und ausschliesslich des längeren Alphabets und zwar theils in seiner einfachen Gestalt, theils in zwei aufeinander folgenden Erweiterungen bedienten, dasselbe von den Nordgermanen entlehnt haben, oder gar, dass alle Inschriften des längeren Alphabets aus den nordgermanischen Sprachen erklärt werden müssten.

Ebenso wenig berechtigt sind deutsche Forscher, wenn sie das gerade Gegentheil behaupten, dass das längere Alphabet ein rein deutsches, den Deutschen von den Skandinaviern entlehntes sei und dass dessen Denkmäler alle aus dem Südgermanischen, zunächst den altsächsischen Mundarten zu erklären seien. Diese Ansicht muss fallen, wenn meine Erklärung der Blekinger Inschriften in der Hauptsache richtig ist. Welche allgemeine Sätze für die Runenlehre daraus hervorgehen, will ich am Schlusse kurz zusammen stellen, nachdem ich noch die nothwendige Frage berührt habe: welchem engeren Sprachzweige gehören die Blekinger Schriften an?

Die Urgeschichte Blekings ist in Dunkel gehüllt. Der erste, der das Land nennt, ist der Ostseefahrer Vulfstân (bei Aelfred, Orosius) im 9. Jahrhundert. Er rechnet Ble-

cingaêg, Meóre, Eóvland, Gotland (Bleking, Moere, die Seegegend von Smaland, Oeland und Ostgautland) zu Schweden, während er Schonen zu Dänemark zählt und von Bornholm (Burgendaland) berichtet, dass es einen eigenen König habe. Dieser älteste Bericht ist doch für unsere Zwecke schon viel zu jung; denn er weiss alle diese Länder schon den Schweden unterworfen, während zur Zeit unserer Inschriften, vor der Bravallaschlacht, die Gauten das herrschende Volk im Süden der skandinavischen Halbinsel waren. Zeuss versucht zwar (Deutsche und Nachbarstämme S. 505) aus dem Namenverderbniss bei Jornandes auch Bleking herauszuschälen; aber abgesehen davon, dass seine Deutungen ausserordentlich problematisch sind, würden wir über das Verhältniss, was uns hier zunächst angeht, nichts aus ihnen entnehmen können, wenn auch wirklich in Evagerae Othingis u. s. w. Maurae, Blecingi steckte. Adam von Bremen kennt die Blekinger als Pleichani, nach der Mitte des 11. Jahrh. wurden sie dänisch. Die Schwierigkeit wird also immer darin liegen, ob die Blekinger Mundart näher zur dänischen in Schonen oder zur gautischen in Ostgothland hinneigte. (Nach Munch Gramm. Einl. S. XLI. bieten die Blekinger Inschriften der späteren Zeit eine Mischung gautischer und dänischer Formen.) Letzteres sollte man für das wahrscheinlichere halten; da aber die Landverbindung zwischen Bleking und Ostgothland noch weit in die historische Zeit wegen der smaländischen Gebirgsgegenden so grosse Schwierigkeiten hatte, dass man die Reise aus Schonen nach dem obern Schweden nicht durch Ost- sondern durch Westgothland machte (Geijer I, 57), so muss die Absonderung beider Länder in älterer Zeit noch grösser gewesen sein, folglich auch auf Scheidung der Sprachen Einfluss gehabt haben. Allein in letzter Instanz hängt auch die Beantwortung dieser Frage wieder von der weiteren ab, wie verhielt sich überhaupt das Gautische zum Altdänischen, genauer ausgedrückt: waren die alten

Dänen ein Zweig des grossen Gautenvolkes (ἔθνος πολυάνθρωπον τῶν Θουλιτῶν nach Procop) oder ein besonderer Stamm, welcher mit den Gauten nur in Jahrhunderte währender politischer Verbindung gestanden hat und zwar in näherer mit den Ostgauten, denn in dem grossen Völkerkampfe, der im Beginne des 8. Jahrhunderts die Hegemonie der Gauten endigte und dessen sagenhafter Ausdruck die Bravallaschlacht ist, stehen auf der einen Seite die Nordmänner (Schweden und Norweger) und Westgauten, auf der andern die Dänen und Ostgauten? Hier sind wir bei einem hochwichtigen Punkte angelangt, dessen Entscheidung aber weder von der Philologie noch von der Geschichte, noch von der Archäologie allein, sondern nur von allen dreien in Verbindung ausgehen kann. Die Beantwortung, läge sie überall in meinen Kräften, kann hier nicht versucht werden. Doch möchte ich einige etymologische Hypothesen beifügen, die mir zu Gute halten wird, wer sonst anerkennt, dass ich im Vorausgehenden einiges Positive zu Tage gebracht habe.

Der Name der Gauten (goth. etwa Gautos, nord. Gautar, ags. Geátas) steht zu dem der Gothen (goth. Gutans) im Lautsteigerungsverhältnisse und zwar im Vriddhi-Grade, gut, giut, gaut.

Das Beste meines Wissens über die Etymologie des Gothennamens Gesagte ist von Lottner (Kuhns Zeitschrift V, 153). Doch lässt sich noch eine direktere Ableitung aus dem Sanskrit aufstellen, nämlich von der Wurzel hu*d*, wenn sie = ghud ist. Bei Wilson findet sich davon abgeleitet hu*d*u a ram, anal. sanskr. marka Affe = mark, marh = Pferd.

Dagegen erscheint gho*t*a, gho*t*ika m. Pferd, gho*t*ikâ Stute, (und zwar gho*t*ika im Amara Kosha,) so dass also die Ableitung von hu*d* in doppelter Weise unmöglich werden könnte, erstens wegen des Cerebrals, zweitens wenn die tenuis ursprünglich wäre und somit zum Lautverschiebungsgesetz nicht passte. Gutans hiesse also die Flüchtigen, die

Reiter, und Gautos die von ihnen Abstammenden. Jornandes spricht von equis eximiis der Suethans, wie er sie mit gothischer Endung nennt, während ihm die Gautigoth (d. i. Gaut-thioth) und ihre Nebenstämme acre hominum genus et ad bella promptissimum sind.

Wie der Name Franke wahrscheinlich nur aus dem Sanskrit sich erklären lässt, wo prânjala (aus pra+anja+la) dieselbe Bedeutung: upright, honest, wörtlich: gerade aus gehend hat (vgl. anjasa adj. gerade, im moralischen Sinne), so möchte ich auch für den Dänennamen eine Sanskritetymologie aufstellen, die ich schon seit Jahren mit mir herumtrage. dhanu heisst im Vedensanskrit Insel, Sandbank, und dhanus, dhanvan in der gewöhnlichen Sprache trockenes, dürres Land, Strand. dhânavâs wären also Inselbewohner und Danvs etwa könnte die germanische Grundform des Namens Dan sein (v zwischen n und s wäre ausgefallen). Der Name wäre dann gegeben im Gegensatze zu den Bewohnern des Festlandes, der dänischen terra *κατ' ἐξοχήν* d. h. Schonens; denn der eigentliche Name dieses urdänischen Landes ist Skaun, welches schon Geijer aus dem isl. skaun terra paludosa (bei Björn Haldorsen) erklärt hat. Sveinbjörn Egilsson hat 1. clipeus, 2. terra. In letzterer Bedeutung erklärt er zwar das Wort als Eigennamen von Skön tractus Norwegiae und Skăn provincia Daniae; allein das Sanskrit führt uns auch hier weiter. Xô*n*î heisst dort die Erde, im Dual Himmel und Erde d. h. die beiden Kreise (vgl. die altnordische Bedeutung clipeus). xo*n*a ist = skauna, (wie xubh = √skub in skiuban schieben), und daraus gehen die Bedeutungen hervor 1. rund = schön, gothisch skauns. 2. rund = Schild. 3. rund = Erde, wie oben bei n*r*tus und Nerthus näher nachgewiesen ist. Xô*n*î findet sich genau in Skáni (Skauni gesprochen), der gleichbedeutenden Form des Wortes wieder. Sieben Harden, die alle Skaun heissen, weist Munch in Norwegen nach (I, 345). Somit hätte also

etwa ein Zweig der Gauten von Osten oder Südosten kommend zuerst und vor der späteren gautischen Einwanderung die von der Natur reich begünstigte Südspitze der Halbinsel eingenommen und sie „das Land" schlechthin genannt; von da hätten sie sich weiter auf die Inseln und zwar zunächst die vier südlichen und östlichen, welche später zusammen die „Weitfläche" (oder Seefläche von vîdhir = mare?) hiessen (Zeuss S. 509), verbreitet und hier den Namen Inselbewohner, Dänen angenommen.

Bleking nun, auf das ich endlich wieder zurückkomme, braucht nicht aus dem Sanskrit erklärt zu werden; denn das Verbum bleika altn., bleka schwed., reicht hier vollkommen aus; nur bezieht sich meine Deutung auf das Land, die der einheimischen Erklärer auf das Meer. Ich darf nämlich wohl annehmen, dass die Deutung, welche bereits 1792 von Sjöborg aus einem älteren Autor über Schonen, Floraeus, angeführt wird, und die dann 1862 in dem vortrefflichen schwedischen Dialektwörterbuch von Johann Ernst Rietz (S. 39 s. v. bleka) als die wahrscheinlichste wiederholt ist, in Schweden selbst die verbreitetste sein wird. In Bleking selbst (aber auch sonst in Schweden) bedeutet darnach das Verbum bleka das Glänzen des ruhigen Meeres und davon wäre Bleking benannt. Wie sollte aber ein Land nach einer sinnlichen Anschauung benannt worden sein, die nicht bloss an seiner Küste, sondern überall auf der See vorkömmt?

Ich möchte vielmehr glauben, dass Bleking die Lichtung d. h. den waldfreien Küstensaum des Landes bedeutete. In dieser Vermuthung bestärkt mich Worsaaes Bemerkung, (S. 8) dass sich die Steinantiquitäten gewöhnlich nahe an den Küsten finden, dass dasselbe im Allgemeinen auch mit den Gräbern des Bronzealters der Fall ist und dass die ohne Vergleich zahlreicheren des Eisenalters sich doch von der Küste her nur etwa zwei oder drei dänische Meilen

nach Norden hinauf, d. h. landeinwärts erstrecken (S. 11). Diess beweist ja zur Genüge, dass das eigentliche Bleking eben der flache unbewaldete Küstensaum vor dem Walde war. Ableiten mögen wir nun das Wort von bleka = scheinen oder vielleicht besser von einem zweiten bleka, blekka (s. Ihre u. blecka) = die Rinde von Bäumen abhauen, um den Weg im Walde zu finden, Bäume schälen, damit sie absterben (bekanntlich das amerikanische Verfahren, einen Urwald zu lichten) — auf die Bedeutung „Lichtung" kommen wir immer hinaus, womit nun freilich ebenso wenig ein ethnographischer Anhaltspunkt gewonnen ist, als aus den nördlicheren Ufernamen Moere (alt môri) = Meerland und Sjâland = Seeland (dem späteren Roslagen[2]), jenes gautisch, dieses schwedisch.

Die Runenschrift der Augsburg-Nordendorfer Spange zerfällt schon äusserlich in zwei Theile, wie die umgekehrten

2) Von Roslagen, früher Rothin, dem am Meere liegenden Theile des schwedischen Attundaland wird bekanntlich der Name der Ros hergeleitet. Zeuss erklärt das Wort aus dem altn. raesir = princeps. Mir scheint die finnische Form ruotsi eine andere Deutung zu verlangen. Ich halte das finnische ts für Vertreter der Dentalaspirata, welche dem Finnischen fehlt. Da bietet sich denn das nordische ródhi schwaches Masculinum = regulus maritimus, archipirata (s. Sveinb. Eg.), welches sehr gebräuchlich gewesen sein muss, da es sogar in eine sprichwörtliche Redensart übergieng. Das Finnische verhärtet bekanntlich alle weichen Consonanten in Wörtern, die es aus dem Schwedischen aufgenommen hat, vgl. Ihre Gloss. II., 448. Die Grundbedeutung dieses ródhi, wenn man es nicht lieber direct von róa ableiten und mit „Ruderer" übersetzen will, scheint sich aus dem Sanskr. ratha (für älteres rata = lateinisch rota Rad) Wagen, Kriegswagen zu ergeben, mit Steigerung von a zu â = germ. ô, und regelmässiger Lautverschiebung des t in weiches dh wegen seiner Stellung zwischen zwei Vocalen. Da die Nordgermanen früher wirklich noch Kriegswagen hatten (Harald wurde z. B. in der Bravallaschlacht auf seinem Wagen getödtet und ein Beiname Odhins, vagna verr ist davon entnommen), so dürfte diese Erklärung des Russennamens weniger bedenklich sein, als diess sonst bei direkter Herleitung aus dem Sanskrit der Fall zu sein pflegt. râtya = rôdhi wäre also der zu Wagen kämpfende Führer, dann später Führer dux überhaupt. Doch ziehe ich ródhi von róa vor.

Buchstaben zeigen. Die grössere Schrift in der oberen linken Ecke lese ich

ANALEUB VINI =

Analeub vini = Freund Analeub (leub = liob, liub, lieb), wahrscheinlich der Name des Schenkers der Spange. Die Zusammensetzungen mit **Ana** s. bei Förstemann S. 83.

Die drei Zeilen rechts heissen

LOGATHORE
VODAN
VIGUTHONAR

Nur das letzte R ist ein wenig verletzt, indem die Verbindung des hintersten Striches unterbrochen ist. Die drei Zeilen bilden einen vollkommenen Stabreim:

Loga thore Vodan,
vigu Thonar.

Im ersten Halbverse hat Vodan, im zweiten vigu den Stabreim, letzteres nach der alten, hier aufs Neue bewährten Grundregel, dass der Stab der zweiten Vershälfte nicht am Schlusse stehen darf. Der Sinn ist = Flamme hemme (stille) **Vodan**, Kampf (hemme) **Thonar**, d. h. die zwei grössten Götter werden in der Weise angerufen, dass der Schutz des Kriegsgottes Vodan gegen das Element des Donner- und Feuergottes, und umgekehrt die Hülfe des Thonar gegen das Element des Kriegsgottes erfleht wird.

Da Vodan und Thonar selbstverständlich, **loga** und **vigu** bekannte Nomina sind, deren Flexion (vigu für gewöhnliches vîg, vîges. Vigo in Eigennamen bei Förstemann. S. 1294.) nur etwas von der bekannten abweicht, so ist bei der Erklärung hauptsächlich **thore** zu berücksichtigen. Das Angelsächsische und Altnordische zeigen uns hier den Weg. Von dem Adjectivum **thver** (goth. thvaírhs) **queer** kommt in beiden Sprachen ein Zeitwort, welches hemmen, hindern, aufhören machen bedeutet (gleichsam in die Queere kommen) ags. thyeorian, thvyrian adversari, repugnare altn. thverra (part.

thorrit, perf. thurdha) cessare, deficere, dann als actives Verbum cessare facere, sedare. Dadurch wird die Bedeutung unseres thore (für thvere) hinlänglich klar. Die Sprache des Denkmals ist, wie schon die Dentalen in Vodan, Thonar, thore zur Genüge beweisen, niederdeutsch, womit die Runenzeichen übereinstimmen.

Wir haben somit in der Nordendorfer Spange das in mythologischer Beziehung wahrscheinlich überhaupt wichtigste aller Runendenkmäler vor uns, einen Schatz allerersten Ranges, wie seit einem Vierteljahrhundert, seit der Entdeckung der berühmten Merseburger Sprüche keiner gehoben worden ist.

Thórr erscheint noch in einem anderen runischen Denkmale, welches sich bei Hickes auf der 6. Runentafel zur Gramm. isl. findet und von Wanley für ihn aus dem Cottonischen Codex, Caligula A. 15 f°. 122 und 123 abgeschrieben wurde (vgl. Wanl. Catal. p. 233). Sie ist mit dem älteren nordischen Alphabet geschrieben, nur einmal findet sich die punktirte Rune g.

Ich lese und übersetze abweichend von Dietrich (Zeitschrift XIII. 2. Heft.)

1. Kurils ar thu ara.
2. far thu nu funtin (= fundin),
3. is tu thurvigi
4. thik Thôr satr utin.
5. Kurils ar thu ara,
6. vithra thravari.

Diess sind regelmässige fünfsylbige Verse, wie sie im Háttatal unter Nr. 78 als Hadhar lag und dann noch in einigen Beispielen vorkommen. Stabreim und Reim freilich sind oder scheinen ungeregelt. Am deutlichsten ist im 2. der Stabreim f, im 4. th, im 1. und 5. die Binnenreime ur, ar, im 3. für sich allein genommen, fehlt beides, aber er allitterirt mit dem 4. und 6.

Für die Uebersetzung ist das schwierigste Wort ara,

welches der Gen. sing. von Ari und ausserdem der Gen. plur. aller Wörter sein kann, die ar oder ár oder árr im Nom. sing. lauten. Zwischen thu und ara tritt natürlich Synaloephe ein, wodurch der Vers eben fünfsylbig wird. Ausserdem muss ich im 4. Verse utin = ûti setzen, im 3. tu als die Präposition to fassen, die sonst im Nordischen nicht vorkömmt, aber bei einer Runenschrift, die in England gefunden und wahrscheinlich auch abgefasst ist, wohl aus dem Angelsächsischen entlehnt sein kann. Es mit der gleichbedeutenden gothischen Präposition du (in nordischer Runenschrift nur durch tu darstellbar) zu identificiren, wage ich nicht. In thur Z. 3 sehe ich den Stamm des Verbums thyrja Praet. thurdha = ruere, festinare, currere, volare, magno impetu ferri, de vento; vedhr thurr (= thyrr) ventus ruit, ferner gebraucht de unda, vortice aquarum, de navibus u. s. w. wie Sveinb. Eg. uns belehrt. Thravari erkläre ich als Ableitung von dem Verbum thrá, dem v abgefallen ist; denn es ist, wie oben bemerkt, identisch mit dem ags. thrôvian = dulden, aushalten. Das Part. thráinn heisst pertinax, constans, thrá animi pertinacia, constantia. Das dazu gehörige vithra ist der Gen. pl. non vidhri = tempestas. fundin oder fyndin in Z. 2 heisst sollers, ingeniosus. In kurils finde ich den Genetiv eines Eigennamens Kurill, den man auch Gyrils lesen darf. Mehrere Gyrid fem. kommen in der Heimskr. vor. Mit dieser aus Sveinbjörn Egilsson zu schöpfenden copia verborum kann man nun ungefähr übersetzen:

1. Kurils Dienern (?) gehörst du.
2. fahr du nun geschickt,
3. wenn zum Sturmkampfe
4. dich Thor aussetzt.
5. Kurils Dienern gehörst du
6. Wettertrotzer.

Diess dürfte kaum etwas anderes gewesen sein, als die Aufschrift eines Schiffes.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 14. Juli 1866.

Herr Vogel jun. trägt vor:

1) „Ueber die Bestimmung der chemischen Wirkung des Lichtes durch Berlinerblau".

Vermischt man eine möglichst neutrale Auflösung von Eisenchlorid mit einer Nitroprussidnatriumlösung und filtrirt, so erhält man eine braune durchsichtige Flüssigkeit, welche bekanntlich unter der Einwirkung des Sonnenlichtes sehr bald Berlinerblau ausscheidet und zwar eine der bestrahlten Fläche und der Intensität des Sonnenlichtes proportionale Menge. Zur Darstellung dieser lichtempfindlichen Flüssigkeit habe ich eine entsprechende Menge chemisch reinen Eisenoxydes, aus kleesaurem Eisenoxydul gewonnen, in Salzsäure gelöst und die Lösung zur Entfernung der freien Säure beinahe bis zur Trockne abgeraucht. Das Filtrat wurde hierauf mit einer wässrigen Lösung von Nitroprussidnatrium versetzt in dem Verhältniss von 3 zu 2 Theilen. Bei dieser Vermischung des Eisenchlorides mit Nitroprussidnatrium entsteht gewöhnlich eine geringe Abscheidung eines Niederschlages, weshalb wie schon oben bemerkt ist, filtrirt werden muss. Es ist nothwendig, die Filtration im Dunkeln vorzunehmen, da die Flüssigkeit in diesem Zustande äusserst empfindlich gegen Lichteinwirkung ist. Den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt, bemerkt man alsbald eine Farbenveränderung an derselben und nach kurze Zeit fortdauernder Insolation den Beginn eines Absatzes von Berlinerblau.

Da diese Flüssigkeit im Dunkeln, z. B. in einer mit

schwarzem Papier umklebten Flasche, lange Zeit hindurch sich unverändert aufbewahren lässt und überdiess auch beim Erhitzen auf 100° C. sich nicht trübt, so hat Z. Roussin[1]) hierauf sehr sinnreich eine Methode zur Intensitätsbestimmung der Sonnenstrahlen gegründet, — ein Versuch, der für photographische Zwecke nicht ohne Bedeutung erscheint. Es sind drei Modificationen dieser Lichtbestimmungsmethode in Vorschlag gebracht worden. Bei der ersten wird ein Gefäss von bekanntem Volumen mit obiger Lösung gefüllt, dann eine bestimmte Zeit hindurch dem Lichte ausgesetzt. Man filtrirt nun bei Abschluss des Tageslichtes durch ein bei 100° C. getrocknetes, gewogenes Filtrum, wäscht den Niederschlag mit kochendem Wasser aus, trocknet bei 100° C. und wägt. Nach der zweiten Methode fertigt man eine grössere Anzahl Stücke Filtrirpapieres möglichst gleichartiger Textur, jedes ungefähr 15 Quadratcentimeter gross. Nach dem Trocknen und Wägen wird das Gewicht eines jeden Blättchens mit Bleistift auf dasselbe verzeichnet. Man tränkt nun die Blättchen mit der beschriebenen Lösung, lässt im Dunkeln abtropfen und trocknen und bewahrt die so vorbereiteten Blättchen bei Lichtabschluss auf; sie haben eine gleichmässige gelbe Farbe. Soll nun die Lichtintensität an einem bestimmten Tage oder Tagestheile bestimmt werden, so befestigt man ein so vorgerichtetes Blättchen mit Stecknadeln auf einem schwarzen Brettchen und exponirt dem Lichte. Nach beendigter Exposition wäscht man mit Wasser aus, trocknet bei 100° C. und bringt die Gewichtszunahme des Papierblattes als Berlinerblau in Rechnung. Die dritte Methode besteht darin, dass man das specifische Gewicht der beschriebenen Lösung bei + 15° C. mittelst eines sehr empfindlichen Aräometers bestimmt,

1) Illustr. Gewerbezeitung. 1865. S. 339.

Von dieser Lösung setzt man eine geeignete Menge in einer verkorkten Proberöhre der Lichteinwirkung aus, bringt dann in's Dunkle und bestimmt, nachdem man die Flüssigkeit genau wieder auf 15° C. gebracht hat, das specifische Gewicht von Neuem. Die Abnahme des specifischen Gewichts ist proportional der Menge des ausgeschiedenen Berlinerblau's und bietet sonach ein Mittel, die Menge des letztern zu bestimmen.

Ich habe diese drei in Vorschlag gebrachten Methoden wiederholt geprüft. Die letztere, welche sich auf die Differenzbestimmung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit vor und nach der Einwirkung des Lichtes gründet, ist jedenfalls die am einfachsten ausführbare; Roussin[2]) selbst bezeichnet sie auch als die genaueste. Da hiebei immerhin ziemlich bedeutende Mengen der Flüssigkeit zum einzelnen Versuche verwendet werden müssen, die doppelte Berücksichtigung der Temperutur bei Anwendung eines sehr genauen Aräometers unumgänglich nothwendig ist und überdiess der vollständige Absatz des Niederschlages nicht gerade sehr rasch vor sich geht, so habe ich bei meinen Versuchen die erstere Methode, — die direkte Wägung des gebildeten Berlinerblau's gewählt.

Die durch Einwirkung des Lichtes aus dieser Flüssigkeit bedingte Bildung von Berlinerblau ergiebt sich als ein flockiger, leichter Niederschlag, welcher längere Zeit ohne sich abzusetzen schwebend erhalten bleibt. Einige Versuche, denselben in einem dem Hallymeter ähnlichen Apparate volumetrisch zu bestimmen, — eine Art der Bestimmung, welche offenbar, da sie auf einfachem Ablesen beruht, unter Allen die einfachste und bequemste wäre, hat daher bis jetzt noch keine genügend sicheren Resultate ergeben, um

2) A. a. O.

so weniger, als bei der folgenden Versuchsreihe es sich um die Beobachtung verhältnissmässig geringer Unterschiede handelte. Dagegen bietet die direkte Wägung des Berlinerblau's bei einer geeigneten Trockenvorrichtung durchaus keine Schwierigkeit und nimmt auch nicht einmal eine besonders lange Zeit in Anspruch.

Die Filtra, welche in meinen Versuchen zur Aufnahme des durch Lichteinwirkung hervorgebrachten Berlinerblau's dienten, wurden im Luftstrome bei 100° C. getrocknet und in einem wohlverschlossenen, tarirten Glasrohr gewogen. Nach dem gehörigen Auswaschen des Niederschlages auf dem Filtrum mit kochendem Wasser unter Lichtabschluss geschah die Trocknung des Filtrum's mit dem Niederschlage vorerst im Wasserbade, dann im trocknen Luftstrome und die Wägung in der oben erwähnten Weise.

Die folgenden Versuche haben den Zweck, die Einwirkung des homogenen Lichtes auf dieses Lichtreagens, d. h. das Verhalten der lichtempfindlichen Mischung in den verschiedenen Farben des Spektrum's zu zeigen. Die Versuche im gefärbten Lichte sind in einem in 7 gleiche Fächer eingetheilten, an den inneren Wandungen schwarz angestrichenen Holzkasten ausgeführt worden. In jedem Fache befand sich eine Proberöhre bis ungefähr zu zwei Drittheilen mit der beschriebenen Flüssigkeit gefüllt aufgehängt und zwar in jedem Rohre 20 C.C. derselben. Nach der Füllung waren die Proberöhren sogleich an der Glasbläserlampe zugeschmolzen und die ausgezogenen Spitzen hackenförmig umgebogen worden, um sie in den einzelnen Fächern mit Bequemlichkeit aufhängen zu können. Der Fächerkasten, worin diese Versuche stattfanden, war so aufgestellt, dass das Tageslicht in der Richtung von Nordost die Glastafeln traf; während der ganzen Beobachtungsperiode, welche 6 Tage des Monates März d. J. umfasste, war der Kasten nicht vom Platze bewegt worden, so dass also eine ganz gleich-

mässige Einwirkung des Lichtes auf die in den Fächern befindlichen Probeflüssigkeiten stattgefunden hatte. Auf den Fächern waren die Glastafeln mit Blechklammern befestigt und zwar Glastafeln von dunkelrothem, blauem, gelbem, grünem, violettem und weissem Glase; das letzteFach blieb ohne Glastafelbedeckung unmittelbar dem direkten Tageslichte ausgesetzt. Die Prüfung der Gläser in Beziehung ihrer Permeabilität für verschiedene gefärbte Lichtstrahlen hat ergeben, dass die blaue Glastafel rein blaues und rothes Licht durchliess, die violette neben dem violetten Lichte ein deutliches Roth, die grüne ein unbedeutendes Roth, die gelbe ein bemerkbares Grün.

Zu bemerken ist noch, dass während der sechs Versuchstage nur ein einzigesmal einige Stunden hindurch eine kräftige Insolation stattfand, da an den übrigen Morgenstunden dieser Tage durchgehends der Himmel bedeckt war.

Mit Umgehung der Versuchszahlen, wie sie die einzelnen Wägungen der bei 100° C. getrockneten Filtra vor und nach der Lichteinwirkung ergeben, folgt hier die übersichtliche Zusammenstellung der Resultate, wobei die im direkten Tageslichte erhaltene Menge von Berlinerblau, welche hier wie vorauszusehen die beträchtlichste war, = 100 gesetzt wurde.

Zahlenausdruck der Lichteinwirkung.

I.	Direktes Tageslicht	100.
II.	Weisses Glas	67.
III.	Blaues „	56.
IV.	Violettes „	52.
V.	Rothes „	22.
VI.	Grünes „	30.
VII.	Gelbes „	26.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich zunächst ein bedeutendes Vorwalten der Einwirkung des direkten Tages-

lichtes im Vergleiche zu den gefärbten Strahlen; bei weitem am geringsten ist die Wirkung des rothen Lichtes, sie ist nahezu fünfmal schwächer, als die des direkten Tageslichtes. Ferner ist ersichtlich, dass auch durch ein ganz farbloses und sehr durchsichtiges weisses Glas doch immer nicht unwesentliche Lichtmengen zurückgehalten werden; die Einwirkung des direkten Tageslichtes zum weissen Glase steht im Verhältniss von 25 : 17. Dass der violette Strahl, den man gewöhnlich als den vorzugsweise chemischen betrachtet, in diesem Falle seiner chemischen Wirkung nach unter dem blauen steht, erklärt sich wohl daraus, dass, wie aus der oben erwähnten Permeabilitätsuntersuchung für verschiedene Lichtstrahlen hervorgeht, die zum Versuche dienende violette Glastafel neben dem violetten deutlich rothes Licht durchlässt, wodurch die eigentliche Energie des violetten Strahles wesentlich alterirt erscheinen musste. Für die zur Anfertigung photographischer Präparate bestimmten Lokalitäten ergiebt sich hieraus als praktisches Resultat, dass rothe oder gelbe Fenstergläser jedenfalls als der zweckmässigste und ergiebigste Schutz gegen die abzuhaltende Einwirkung des Tageslichtes zu betrachten sein dürften.

Als vorläufige Notiz einer Arbeit über das Verhältniss der verschiedenen künstlichen Beleuchtungsmaterialien zu diesem Lichtreagens, welche Herr W. Fuchs in meinem Laboratorium begonnen hat, will ich nur hervorheben, dass eine mehr als 48stündige Einwirkung einer sehr hellbrennenden Petroleumlampe wohl eine Farbenveränderung der beschriebenen Flüssigkeit, aber keinen wägbaren Absatz von Berlinerblau hervorgebracht hat. Dagegen war durch Magnesiumlicht in verhältnissmässig kurzer Zeit eine deutliche Einwirkung bemerkbar. Hiemit stimmt die Angabe Stein's [8])

---

8) Berliner photograph. Mittheilungen 1865. Nr. 18.

überein, welcher durch Magnesiumlicht, allerdings in einer besonders für diesen Zweck construirten Lampe, eine fast momentane Wirkung auf empfindliches Jod-Brom-Collodium beobachtet hat.

---

2) „Ueber die flüchtigen Säuren des Torfes und die Verschiedenheit der Qualität des Torfes bei gleicher Lage".

In der Junisitzung v. Js. habe ich die Ehre gehabt, der Classe einige Beobachtungen über die Natur der im Torfwasser enthaltenen organischen Bestandtheile vorzulegen.[4]) Ein jedes Torfwasser, es mag nun einem Hoch- oder Wiesenmoore entnommen sein, zeigt, wie ich a. a. O. nachgewiesen habe, in niederem oder höherem Grade saure Reaktion. Diese rührt indess nicht ausschliesslich von einem Gehalte an Kohlensäure her, indem das Wasser nach mehrmaligem Aufkochen seine saure Reaktion nicht wesentlich ändert. Da meine damaligen Versuche, indem sie eine ganz andere Richtung verfolgten und diesen Gegenstand nur nebenbei in Betracht ziehen konnten, über die Natur dieser Säure, ob Humussäure oder eine andere organische Säure, keine genügende Aufklärung ergeben hatten, habe ich mich veranlasst gesehen, dieselben wieder aufzunehmen und fortzusetzen. Ich beehre mich im Folgenden die bisher gewonnenen Resultate, welche vielleicht einen Beitrag zur Aufklärung des Gegenstandes liefern dürften, mitzutheilen.

Von dem zu meinen früheren Versuchen verwandten Torfwasser war zufällig ein Theil in einem offenen Kruge längere Zeit stehengeblieben. Es zeigte bei näherer Untersuchung einen deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff

---

4) Sitzungsberichte 1865. 10. Juni.

und färbte beim Aufkochen in einem enghalsigen Kolben ein über die Mündung gehaltenes Bleipapier bräunlich. Ausser dem Geruche nach Schwefelwasserstoff war aber auch der die flüchtigen Fettsäuren charakterisirende Geruch unverkennbar. Die Quantität des Wasserüberrestes war indess viel zu gering, als dass an eine erschöpfende qualitative oder quantitative Analyse hätte gedacht werden können.

Um die flüchtigen Bestandtheile des Torfes in etwas grösseren Mengen zu erhalten, wurde Torfwasser, wie es in den Torfgräben nach längerer Trockenheit vorkömmt, in einer geräumigen Retorte mit etwas verdünnter Schwefelsäure destillirt und das Destillat durch eine Vorlage mit Barytwasser hindurchgeleitet. Es entstand hiedurch eine schwache Trübung des Barytwassers. Nachdem die Destillation ungefähr 1/4 Stunde fortgesetzt worden war, wurde die Retorte von Neuem wieder mit Torfwasser gefüllt und die Destillation abermals in Gang gesetzt, so dass wenigstens 12 Liter Torfwasser auf solche Weise ihre flüchtigen Säuren an das in der Vorlage befindliche Barytwasser abgegeben hatten. Es entstand hiebei eine schwache Trübung von kohlensaurem Baryt. Zur vollständigen Fällung des Barytes wurde ein Strom durch Wasser gewaschener Kohlensäure hindurchgeleitet und das Barytwasser hierauf zum Kochen erwärmt. Nachdem die vom Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit bei weiterem Einleiten von Kohlensäure keine Spur von Trübung mehr zeigte, wurde ein kleiner Theil des Filtrates bis zur Trockne abgeraucht; es blieb ein weisses körniges Pulver zurück, welches beim Glühen in der Platinschaale sich schwärzte unter Entwicklung eines brenzlichen Geruches. Hienach waren also offenbar organische Säuren an den Baryt gebunden.

Den bei weitem grösseren Theil des filtrirten Destillates liess ich im Wasserbade bis zu einer geringen Menge verdampfen. Nach einigen Tagen waren deutliche Krystall-

bildungen eines Barytsalzes bemerkbar, deren Form jedoch wegen unzureichender Menge nicht genauer bestimmt werden konnte.

Zur näheren Prüfung der hier vorhandenen an Baryterde gebundenen organischen Säuren wurde der trockene Rückstand in mehrere Theile getheilt und diese zu einzelnen qualitativen Versuchen verwendet.

Beim Uebergiessen eines Theiles des Rückstandes in einer engen Proberöhre mit Schwefelsäure entwickelte sich zunächst ein ganz deutlicher Geruch nach Essigsäure, ein über die Mündung des Proberohres gehaltenes feuchtes Lakmuspapier färbte sich roth; die rothe Färbung verschwand beim schwachen Erwärmen des Papieres. Neben dem Geruche nach Essigsäure war auch, jedoch im minderen Grade, ein Geruch nach Buttersäure unverkennbar.

Essigsäure und Buttersäure scheinen überhaupt nie fehlende Begleiter des Torfes zu sein, ihnen ist wohl vorzugsweise die schwach saure Reaktion des Torfes zuzuschreiben. Kraut[5]) und Lehmann[6]) haben schon früher in Wässern, welche in Torfdistrikten entsprungen oder längere Zeit mit Torf in Berührung gestanden, Essigsäure und fette Säuren nachgewiesen; desgleichen hat v. Vogel sen.[7]) in dem Mineralwasser von Brückenau Essigsäure, später Scheerer[8]) in demselben Wasser ausser Essigsäure, noch Buttersäure gefunden. Da man nicht annehmen darf, dass das Wasser diese Säuren zu bilden vermöge, so sind dieselben offenbar aus dem Boden, mit welchem diese Wässer in Berührung gestanden, aufgenommen worden und es liegt daher nahe, diese Säuren als den Bestandtheil eines an Pflanzenüberresten reichen Bodens überhaupt zu betrachten.

5) Ann. d. Chem. und Pharm. B. 103. 29.
6) Journ. für prakt. Chemie. B. 45. S. 457.
7) Journ. de Pharm. T. 12. p. 8.
8) Ann. der Chem. und Pharm. B. 99. S. 257.

In einer weiteren Probe wurde der im Wasser gelöste Rückstand mit salpetersaurem Silberoxyd erwärmt und ebenso in einem ferneren Versuche mit rothem Quecksilberoxyd. Im ersteren Falle bildete sich reducirtes Silber, im zweiten metallisches Quecksilber; hiedurch war die Gegenwart von Ameisensäure, welche auch schon von früheren Beobachtern in dergleichen Gewässern gefunden worden ist, festgestellt.

Es ist hier der Ort, noch einer Beobachtung Erwähnung zu thun, welche ich in Beziehung auf den Säuregehalt cultivirter und uncultivirter Torfböden wiederholt zu machen Gelegenheit hatte.

Ich habe schon in einer früheren Arbeit gezeigt [9]), dass ein frisches Stück Torf auf Lakmuspapier gelegt die Berührungsstelle deutlich roth färbt. Diess ist auch noch der Fall mit der schwarzen Moorerde, welche auf dem hier in Rede stehenden Torfmoore der Schleisheim-Dachauer Ebene den darunterliegenden Torf in einer ungefähr ½ Fuss hohen Schichte überdeckt. Sobald aber durch eine theilweise Trockenlegung des Torfmoores auf einzelnen Stellen desselben eine bemerkbare Aenderung der Vegetation eingetreten ist, indem nämlich, wie ich a. a. O. gezeigt habe, neben dem Streugrase üppige Futtergräser auftreten und ersteres sogar in verhältnissmässig kurzer Zeit verschwindet, so vermindert sich auch der Säuregehalt; diese Erde färbt feuchtes Lakmuspapier kaum mehr röthlich, sondern verhält sich nahezu indifferent. Nachdem endlich der entwässerte Boden durch Aufschütten von Strassenkoth, durch Düngung u. s. w. in der Art cultivirt ist, dass er eine Hafernte zu liefern im Stande ist, hat die saure Reaktion der Erde nicht nur aufgehört, sondern es wird statt ihrer sogar

9) Akadem. Sitzungsber. 10. Juni 1865.

eine geringe alkalische Reaktion bemerkbar. Schwach geröthetes Lakmuspapier wird durch die aufgelegte feuchte Erde entschieden blau gefärbt. Es scheint hiernach die Unfruchtbarkeit des Torfbodens mit dem Säuregehalt im nahen Zusammenhange zu stehen, da wie man weiss, ein guter Ackerboden stets alkalisch reagirt und da auch, wie ich gezeigt habe, durch geeignete Cultur, d. h. indem der ursprünglich unfruchtbare Boden in fruchtbaren umgewandelt wird, die saure Reaktion nach und nach verschwindet und sogar eine alkalische Natur des Bodens auftritt. Die höchst vortheilhafte Wirkung, welche eine Düngung mit Asche, überhaupt mit mineralischen Düngsubstanzen auf entwässerte Torfgründe äussert, dürfte zum Theil, natürlich nur in zweiter Linie neben dem richtigen Faktor der direkten Pflanzenernährung, in der Neutralisation der Säuren oder sauren Salze dieser Bodenarten begründet sein. Jedenfalls spielt der stets wechselnde Gleichgewichtszustand zwischen Alkali und Säure im Boden eine wohl zu berücksichtigende Rolle in der Beurtheilung der Fruchtbarkeit eines Bodens.

Um die Neutralitätsverhältnisse einer Bodenart zu untersuchen, verfahre ich auf die Weise, dass ich einen länglichen Streifen feuchten, blauen Lakmuspapieres auf einer Glasplatte ausbreite und nun die Hälfte des Papieres ungefähr einen Zoll hoch mit der zu prüfenden Erde bedecke, welche hierauf mittelst einer Spritzflasche mit destillirtem Wasser benetzt wird. Nach einigen Stunden der Einwirkung wird die Erde abgespült und man bemerkt nun, wenn Torfmasse selbst, Moorerde oder überhaupt uncultivirter Torfboden zum Versuche angewendet worden, eine deutliche Röthung der Stelle des Papieres, welche von diesen Erdschichten bedeckt war; bei der Ueberdeckung des Papieres mit fruchtbarer Garten- oder Ackererde, so wie auch mit einem festen Thonboden war in diesem Falle niemals eine Farbenveränderung des blauen Lakmuspapieres

eingetreten, wird dagegen der Versuch mit leicht geröthetem Lakmuspapier angestellt, so wird durch Torf, durch Moorerde und uncultivirten Torfboden keine Veränderung hervorgebracht, während durch fruchtbare Bodenarten eine Bläuung des Papieres bemerkbar wird, welche durch Trocknen und schwaches Erwärmen des Papieres nicht wieder verschwindet. Ich will noch bemerken, dass das zu diesen Versuchen bestimmte rothe Lakmuspapier entweder durch Eintauchen des weissen Papieres in leicht geröthete Lakmustinktur oder durch längeres Verweilen blauen Lakmuspapieres in einer ganz verdünnten Säure herzustellen ist. Es muss nämlich eine durchdringende Wirkung der Säure auf das Lakmuspigment stattfinden, indem es mir bei einer für diesen Zweck ungeeigneten Darstellung des rothen Lakmuspapieres schon mehrmals vorgekommen ist, dass derartiges rothes Reagenspapier durch Bespülen mit Wasser an der Oberfläche einen blauen Ton angenommen hatte, was selbstverständlich bei dieser Art der Versuche zu Irrthümern Veranlassung geben könnte.

Es kann nicht meine Absicht sein, nach diesen vereinzelten Versuchen im Allgemeinen den Grundsatz aufzustellen, dass fruchtbarer Boden stets alkalisch, unfruchtbarer dagegen stets sauer reagiren müsse; nur so viel steht fest, dass die von mir bisher in dieser Beziehung untersuchten Bodenarten, nämlich Schleisheimer und Aiblinger Torf, so wie uncultivirter Torfboden dieser beiden Lagen entschieden saure Reaktion zeigten, während fruchtbare Münchener Garten- und Ackererde, so wie ein fetter Thonboden aus der Gegend von Straubing und Aibling unverkennbar alkalisch reagirend sich ergaben. Nicht minder glaube ich als das Resultat meiner speciellen Beobachtungen auf dem Schleissheimer Moore hervorheben zu dürfen, dass durch die fortschreitende Cultur der Säuregehalt eines ursprünglich unfruchtbaren Bodens vermindert wird, ja dass bei der end-

lichen Umwandlung in einen ertragsfähigen Boden eine alkalische Reaktion bemerkbar wird. Hiemit ist indess keineswegs ausgeschlossen, dass es unter verschiedenen begleitenden Umständen sehr wohl Bodenarten geben könne, deren saure oder alkalische Eigenschaften in einem anderen Verhältnisse zur Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit stehen.

Es ist hier noch eine Beobachtung anzuführen, welche ich über die Verschiedenheit der Qualität des Torfes bei gleicher Lage anzustellen Gelegenheit hatte.

Schon wiederholt ist es beobachtet worden, dass in Torfmooren die Qualität des Torfes nach der Tiefe, welcher er entnommen ist, nicht unwesentliche Abweichungen zeigen kann. Natürlich sind derartige Unterschiede fast ausschliesslich bei Hochmooren zu beobachten, indem die geringe Tiefe der Wiesenmoore gewöhnlich hiezu keine Veranlassung giebt. Weniger häufig ist, so viel mir bekannt, ein Qualilitätsunterschied des Torfes nach seitlicher Ausdehnung, d. h. dass eine demselben Torfmoore in gleicher Tiefe entnommene Torfsorte sich wesentlich verschieden zeigt von einem unmittelbar daneben liegenden Torfe. Hievon habe ich ein auffallendes Beispiel auf einem Wiesenmoore der Schleissheim-Dachauer Ebene zu beobachten Gelegenheit gehabt. Als praktisches Resultat des Betriebes im Grossen auf diesem Torfwerke hatte sich schon länger ergeben, dass der an einigen Stellen gestochene Torf sich wegen seiner Leichtigkeit nur zur Darstellung von Maschinentorf eignete, während der Torf anderer Stellen schon nach der gewöhnlichen Methode behandelt einen sehr compakten Stichtorf lieferte. Bei näherer Untersuchung hat sich gezeigt, dass in der That sehr nahe nebeneinanderliegend höchstens 2 Fuss von einander entfernt auf dem genannten Torfmoore zwei ganz verschiedene Torfsorten vorkommen. Die Tiefe des Torfmoores beträgt 2½′, so dass also in dieser Beziehung die Lage überhaupt nicht von Belang sein konnte, abge-

sehen davon, dass die zu meinen Versuchen verwandten Torfproben unter dem Abraum in ganz gleicher Höhe genommen worden waren.

Von zwei ungefähr einige Fuss auseinanderliegenden Stellen, welche als verschieden in ihrer Produktion bezeichnet worden waren, wurden auf gewöhnliche Weise mehrere Stücke gestochen und an der Luft getrocknet. An dem rohen Torf im frischgestochenen Zustande ergab sich kein wesentlicher Unterschied, wenn man nicht eine etwas dunklere Färbung des Torfes, aus welchem in der Folge die schwerere Sorte entstand, anführen will. Sehr auffallend aber war schon das äussere Ansehen der Torfstücke nach dem Trocknen; ja man würde es nach der äusseren Beschaffenheit kaum für möglich gehalten haben, dass die beiden Torfsorten demselben Torfmoore, noch weniger aber in einer so geringen Entfernung von einander entnommen sein sollten. Zur leichteren Beschreibung und Vergleichung bezeichne ich die beiden Torfsorten mit A und B. Während A eine leichte, zwischen den Fingern zerbröckelnde Masse von hellbrauner Farbe darstellte, war B eine schwere, harte und compakte Masse von dunkelbrauner Farbe. Die folgenden Versuche, welche sich auf die physikal. und chem. Eigenschaften der beiden Torfsorten beziehen, werden in ihrem Vergleiche die wesentliche Verschiedenheit der beiden Torfsorten auf das Deutlichste ergeben.

1) Die Bestimmung des specifischen Gewichtes geschah durch Wägung und Messung mehrerer in reguläre Form geschnittene Stücke.

Specifisches Gewicht.

A.	B.
0, 384.	0,737.
1 Cub.-Fuss bayer. = 19 ℔.	1 Cub.-Fuss b. = 36 ℔.

2) Zur Bestimmung des Wasserabsorptionsvermögens wurden gewogene Stücke Torfes mehrere Tage durch Auf-

legen von Gewichten unter Wasser gehalten und nach dem Abtropfen wieder gewogen.

Wasserabsorption in Procenten.

A. 45 Proc. B. 66 Proc.

3) Ein sehr wesentlicher und auffallender Unterschied beider Torfsorten ergiebt sich aus der Vergleichung ihres Aschengehaltes. Die Einäscherung geschah im Platintiegel über der Gaslampe und wurde so lange fortgesetzt, bis eine kohlenfreie grauweisse Asche zurückblieb.

Aschengehalt in Procenten.

A. 6,1 Proc. B. 13,4 Proc.

Durch den geringen Kieselerdegehalt der Aschen charakterisiren sich beide Torfsorten als Produkte eines Wiesenmoores. Der unverhältnissmässig vermehrte Aschengehalt der Sorte B liefert jedenfalls einen Beitrag zur Erklärung des hohen specifischen Gewichtes dieser Torfsorte im Vergleiche zur Sorte A. Ob diese Verschiedenheit des Aschengehaltes in einer zufällig vermehrten Zufuhr von Mineralbestandtheilen vielleicht durch eine Ueberfluthung, an dieser Stelle begründet sei, lässt sich selbstverständlich nicht wohl nachweisen.

4) Zur Phosphorsäurebestimmung der Aschen benützte ich die bekannte Methode mit essigsaurem Uranoxyd, welche wie schon früher gezeigt, sehr genaue Resultate ergiebt.

Phosphorsäuregehalt der Torfaschen in Procenten.

A. 5,5 Proc. B. 4,5 Proc.

Man erkennt hieraus, dass in dieser Hinsicht zwischen den beiden Torfaschen kein wesentlicher Unterschied besteht.

5) Die quantitative Bestimmung des Stickstoffgehaltes der beiden Torfsorten geschah durch Verbrennen mit Natronkalk, wobei die Verbrennungsprodukte in Schwefelsäure von bestimmtem Gehalte aufgefangen und die Schwefelsäure hierauf mit Natronlauge titrirt wurde.

Stickstoffgehalt in Procenten.

A. 1,61 Proc. B. 2,69 Proc.

Dieser allerdings beträchtliche Unterschied im Stickstoffgehalte ist insofern nicht gerade besonders maassgebend, als ein vermehrter Stickstoffgehalt wie bekannt durch zufällige Beimengungen animalischer Bestandtheile bedingt sein kann.

Die Berthier'sche Methode der Heizwerthbestimmung ergab folgende Resultate:

A. 21	B. 35
1697 Calorien.	1828.

7) Die Bestimmung der Kohlenprocente wurde in Röhren von schwerschmelzbarem Glase vorgenommen und zwar a) bei der Temperatur des schmelzenden Zinnes,
b) im Gasgebläse.

	Kohlenprocente.	
	A.	B.
a) Temperatur des schmelzenden Zinnes	45,3 Proc.	67
b) Gasgebläse	36 Proc.	37,7

Die hier erwähnten Versuche sind in meinem Laboratorium vom Herrn Luitpold Faustner ausgeführt worden.

Die übersichtliche Vergleichung dieser Versuchszahlen ergiebt eine wesentliche Verschiedenheit der beiden fast unmittelbar nebeneinander liegenden Torfsorten, — eine Verschiedenheit, welche natürlich auf ihre Werthbeurtheilung von nicht geringem Einfluss ist. In praktischer Beziehung lässt sich hieraus die Schwierigkeit erkennen, welche sich bei der Schätzung grösserer Torfcomplexe darbietet.

Herr Gümbel spricht:

„Ueber neue Fundstellen von Gosauschichten und Vilser-Kalk bei Reichenhall".

I. Gosauschichten.

Die Hippuritenkalke der Nagelwand am nördlichen Fusse des Untersberges gehören zu den am frühesten bekannt gewordenen und sicher orientirten Gebilden der nordöstlichen Alpen. Die Fülle auffallend gestalteter und wohlerhaltener Versteinerungen, unter welchen vor Allem die *Hippuriten* ins Auge fielen, zog seit deren Entdeckung im Jahre 1826 die Aufmerksamkeit aller Alpenforscher auf sich. Die Wissenschaft verdankt der besonderen Vorsorge des Hrn. Geh. Raths v. Kleinschrod [1]) die nähere Kenntniss dieses interessanten Vorkommens und der Fundstelle, so wie die systematische Ausbeutung zahlreicher Exemplare, welche in die verschiedenen wissenschaftlichen Sammlungen vertheilt wurden.

Schon damals erkannte man sogleich die innigen Beziehungen zwischen den neuentdeckten Versteinerungen bei Reichenhall und den aus Südfrankreich bekannten organischen Ueberresten, welche die Schichten der Nagelwand den Bildungen der Kreideformation zu weisen. Auch die Aehnlichkeit mit gewissen Gesteinsbänken in der benachbarten Gosau, bei Hiflau und an der Wand bei Neustadt wurde ausser Zweifel gestellt.

Die neueren geognostischen Forschungen in diesen Theilen der Kalkalpen haben nachgewiesen. dass der be-

---

1) Min. Zeitsch. 1828. S. 709 und Keferstein: Teuschl. geogn.—geol. darg. B. V. S. 505.

rühmte Untersberger Marmor, zu dessen Gewinnung grossartige Steinbrüche in Betrieb gesetzt sind, ganz derselben Bildung der *Hippuriten*-führenden Kalke angehört, dass die Marmorkalkbänke gleichsam nur eine Fortsetzung der Schichten an der Nagelwand ausmachen und dass sie, wie in der Gosau, mit gewissen weicheren mergeligen Schichten von graulichgelber und schmutzigrother Farbe in gleichförmiger Lagerung verbunden sind. Dichte Bewaldung der Gegend und der am Nordfusse des Untersbergs massenhaft angehäufte, alles in dem Untergrunde anstehende Gestein verhüllende Schutt verhindern hier eine klare Einsicht in die Wechselbeziehungen zwischen den Kalkbänken und den Mergelbildungen zu erlangen. Nur selten legt ein tiefer Bacheinriss auf kurze Strecken die im Handenden des Marmorkalks gelagerten Mergel bloss. Nur so viel lässt sich mit Bestimmtheit erkennen, dass die Verhältnisse ähnlicher Art sind, wie in der Gosau und den östlichen Alpen und dass die Gebilde am Nordfusse des Untersberges auch petrographisch mit diesen übereinstimmen.

Gegen Westen lehrt eine ziemlich ausgedehnte Schichtenentblössung nördlich von der Nagelwand vor dem grossen Einbruche am Hallthurm, der die Gebirgsstöcke des Untersbergs und des Lattengebirgs trennt, dass sich *Nummuliten*-führende Gesteine der mittleren Eocänstufe zunächst den Kreidebildungen anreihen. In der Einbruchsspalte selbst ziehen sich sowohl die Nummulitenschichten, wie die Glieder der Kreideformation hinein und hier findet man zunächst im sogenannten Mauslochgraben Mergel mit *Belemnitella mucronata* als Repräsentanten der obersten Belemnitelen-Stufe der Kreide, welche bisher in den nordöstlichen Alpen nur hier und im Pattenauer-Stollen am Fusse des Kressenbergs entwickelt, angetroffen wurde.

Noch weiter westwärts breiten sich die Rudisten-Kalke des Untersberger- Marmors in allerdings grossen-

theils weniger massigen Bänken auf dem Plateau des Lattengebirgs, am Müllnerberg, und an Jettenbergen Kienberg SO. von Schnaitzelreit ziemlich weit aus und lehnen sich, den grossen Einbruchskessel von Reichenhall umsäumend, auch als mächtige Decke. ältere Kalkmasse überlagernd, bei sog. Hochmahd an das Südgehänge des hohen Staufenbergs an. Während die Rudistenkalke und Gosaumergel am Rothofen, am Schwarzbach Röthelbach bis zur Dalsenalp ohne direkte Verbindung stehen, vermittelt der schmale Streifen von conglomeratartigem Kalk, Untersberger Marmor und Gosaumergel, am Südrande des Lattengebirgs von der Röthelbrücke über Mais durch den Wappbach zum Aichberger, wo ein Steinbruch im Untersberger Marmor angelegt ist und zum Pechler, dem Streifen am Nordfusse des Untersbergs analog, die Verbindung des letzteren mit den gleichalterigen Ablagerungen in und am Müllnerberg. Hier herrscht am Südrande des Reichenhaller Beckens eine grossartige Schichtenüberstürzung, indem sich eine O. — W. Dislokationslinie am Nordfusse des Untersberg mit einer zweiten SW. — NO. Aufbruchsspalte, welche von Lofer her die Richtung der Saalach angiebt, bei Reut von diesen abspringend über Hochberg, Achberg, Schnaitzelreit, Ulrichsholz, Kugelbach, Karlstein ins Reichenhaller Becken vordringt und längs des SO.-Gehänges am hohen Staufen hinschneidet, kreuzt. Es gesellen sich ausserdem die Folgen der grossartigen Auswaschungserscheinungen hinzu, welchen die weite Kesselfläche von Reichenhall ihren Ursprung verdankt. Daher liegen zwischen Reichenhall und Karlstein mächtige Fels- und Bergtrümmer zusammenhangslos in wildem Durcheinander neben und übereinander. Erst höher am Müllnerberg beginnt eine regelmässige Lagerung. Es fällt daher schwer, allen einzelnen Gesteinsbrocken am südlichen und westlichen Rand des Reichenhaller-Beckens ihre richtige geognostische Stellung

anzuweisen. Sicher gehört die Hauptmasse des Gebirgs-Fundamentes dem Hauptdolomit an, wie er am Kirchberg und längs der Strasse gegen Karlstein auch in der Schindergraben-Klamm ansteht. Darüber gestürzt zeigen sich grossartige Felsen von Untersberger Rudistenkalk am Schindergraben, bei Fager, im Kaitl. Vielleicht gehört auch der Kalkfels, worauf Schloss Karlstein steht, dazu. Ausserdem stösst man von Stelle zu Stelle auf jurassische Aptychen-Schichten hinter Kirchberg, am Kugelbacher-Weg, am Schindergraben, selbst noch hoch oben am Alpstiegel bei der Kugelbacheralpe, woselbst in der Nähe der erwähnten Verwerfungsspalte eine Partie Neocommergel in der Facies der Rossfeldschichten zu Tage ausstreicht. Auch Fragmente von Alpenbuntsandsteinen fehlen bei Kirchberg und im Kaitl nicht. Endlich ist noch ein kleiner Bergkopf zunächst O. vom Kugelbacher-Bauer zu erwähnen, in dessen Gestein der eifrige und kenntnissreiche Salzfertiger Wurmer — leider durch den Tod von der Vollendung seiner erfolgreichen Durchforschung der Umgegend von Reichenhall abberufen — zuerst Nummuliten entdeckte. Auf dem Müllnerberg bis zum Kienberg herrschen die Marmorkalke des Untersberges vor; sie sind nur selten, wie längs des Kugelbach-Alpsteigs, von Gosaumergel begleitet. Der grosse Gerbersteinbruch, jene am Gfällbache und bei Mooser Wirth liegen noch im typischen Untersberger Rudistenkalk. Nördlich von Karlstein dagegen bis zum Hammerbach und Finderl, wie NO. von Nonn sind es hauptsächlich Breccien- und Conglomerat-artige Kalke, welche den Untersberger Rudistenkalk ersetzen. Ein Streifen von weissen, bröcklichen Vilserkalk-ähnlichen Felsmassen legt sich von Karlstein über Jodlbauer bis zum Hungerbachleitweg zwischen diesen Breccienkalk und den Hauptdolomits der Siebenpalfen. Tiefe Einkesselungen und Wassertümpel lassen längs dieser Dolomitgrenze neben dem sog.

Endlerweg vermuthen, dass auch hier tiefere, mergelige und thonige Schichten an der Verwerfungsspalte emporgeschoben worden sind, wie am Fusse des hohen Staufen am sog. goldenen Zweig Muschelkalk und Buntsandstein auf nicht unbeträchtliche Länge zu Tag ausstreichen und auf gleicher Verwerfungslinie hoch oben auf dem Müllnerberg neben dem Kugelbachalpweg zwischen Kälbereck und dem Alpstiegl, dann im Saalachthale sowohl bei Ulrichsholz nahe der Einmündung des Pflasterbachs, als an zahlreichen Punkten Schnaitzelreit gegenüber bis zur Haiderbrücke wieder auftauchen.

Die mächtig hohen Bergkämme und Felsspitzen des hohen Staufen's, Rauschenbergs und Rissfeichthorns, welche westwärts in weitem Bogen das Becken von Reichenhall abschliessen, setzen in der Richtung gegen das Traungebiet der Ausbreitung der Kreidebildungen, wie wir sie am Untersberg und in der Umgebung von Reichenhall finden, eine Grenze. Erst in der beckenartig vertieften Gebirgsbucht der Traun bei Ruhpolding zeigen sich wieder die ersten Kreideablagerungen, die sich von hier — mit Unterbrechungen — bis zum Kressenberg und nach Siegsdorf erstrecken. Es sind aber weder die Marmorkalke des Untersbergs oder die Kalkbreccien mit Rudisten, noch die gelblichgrauen harten Mergel der Gosau, welche im Traungebiet die Stelle der oberen Kreide einnehmen, sondern es sind Breccienkalke und kalkige Sandsteine mit Hornsteinsplitter und voll *Orbituliten* und schwache, ziemlich weiche Mergel mit weissschaligen, oft noch irisirenden Muschelresten hier ausschliesslich entwickelt. Ich habe nachgewiesen [2]), dass diese besondere Art der Gesteinsbeschaffenheit in den oberen Alpenkreidebildungen, mit welcher auch gewisse paläonto-

2) Geogr. Beschreibung des bayer. Alpengebirgs. S. 547.

logische Eigenthümlichkeit sich verknüpft zeigen, durch den mittleren Theil der bayerischen Kalkalpen ununterbrochen bis zum Vilsthale bei Pfronten anhält, woselbst eben so rasch, wie gegen Osten die eigentliche Gosaufacies mit dem Saalachthale eintritt, weiter westwärts die noch weit schärfer ausgeprägte Entwicklungsform der oberen Kreide als Seewen-Kalk und Seewen-Mergel in den Algäuer Alpen sich einstellt und in staunenswerther Gleichartigkeit durch die östlichen Schweizeralpen fortsetzt.

Diese durch die scharfbegrenzten Verbreitungsgebiete und die augenscheinliche Verschiedenheit der Gesteinsbeschaffenheit angedeutete Sonderung der wenigstens annähernd gleichalterigen jüngeren Procängebilde in der nördlichen Kalkalpen macht es wünschenswerth, zu untersuchen, ob auch in paläontologischer Beziehung ein gleich scharfer Unterschied sich erkennen lasse. Die Beendigung der ausgezeichneten Monographie der Bivalven aus den Gosaugebilden von Zittel macht es nunmehr möglich, diese Frage aufzunehmen, nachdem sich eine sehr günstige Gelegenheit durch das Auffinden einer bisher unbekannten versteinerungsreichen Partie von Gosaumergel am Fusse des Untersberges dargeboten hat.

Gelegentlich eines Ausfluges nach Reichenhall und auf den Untersberg hatte ich Gelegenheit, die Sammlung zu sehen, welche Herr Dr. Schneider, damals in Schloss Glaneck, aus den Schichten, worauf dieses Schloss steht, anzulegen begonnen hatte. Ich erkannte darin sofort zahlreiche Arten der Gosauschichten und es ist daher diese auf meiner Karte irrthümlich als Nummulitenschicht angegebene Partie als obere Kreidebildung aufzufassen.

Diese Versteinerungen aus den Schichten von Glaneck, deren nähere Untersuchung mir durch die Güte des Herrn Dr. Schneider möglich wurde, gewinnen um so grösseres Interesse, als sie in nächster Beziehung zu den Rudisten-

kalken des Untersberges stehen, daher ganz in die Gosaufacies gehören, wie auch die völlig übereinstimmende petrographische Beschaffenheit bestätigt. Dieser Punkt gehört zugleich dem am weitesten nach West gerückten Fundpunkte ächter Gosaubildungen an, welche jenseits des Staufen-Rauschenbergs in dem Traungebiete durch eine andere Schichtenreihe ersetzt werden. Da in letzterer unfern Siegsdorf eine sehr versteinerungsreiche Mergelbildung sich findet, welche bereits zahlreiche Species von organischen Einschlüssen geliefert hat, so gewinnen wir in diesen zwei so benachbarten Fundstellen ein sehr günstiges Vergleichungsmaterial.

Die Procän- oder Kreideschichten von Glaneck bilden mit ihren nach N. einschliessenden, meist dünngeschichten Bänken von Kalkmergel und kalkigmergeligem Sandstein einen völlig isolirten Hügel, welcher durch Schuttmassen von dem steil ansteigenden Gehänge des Untersberges getrennt ist. Die hier zunächst anstehenden Felsmassen gehören dem Untersberger Rudistenkalk an, in dessen ununterbrochen fortstreichenden Bänken ganz benachbart der grosse sog. Hochbruch im Marmorkalk angelegt ist.

Die mir zur Bestimmung freundlich anvertraute Sammlung des Herrn Dr. Schneider enthält an Versteinerungen folgende Arten:

Foraminiferen: Die feste Beschaffenheit des Mergels ist einer Isolirung der in denselben nicht gerade selten eingeschlossenen Foraminiferen höchst ungünstig. Von den zahlreichen, nur dürftig erhaltenen Fragmenten ist sicher zu bestimmen nur:

Rosalina marginata Rss.

Anthozoen:

Cyclolites nummulus Rss. in zahlreichen Exemplaren.

Cyclolites undulata Blainw. sehr häufig.

Placosmilia angusta Rss.

Trochosmilia Basochesii Edw. u. Haime.

Trachosmilia subinduta Rss.

Diploctenium conjungens Rss.

Brachiopoden sind bis jetzt noch in keinem Exemplare aufgefunden worden.

Bivalven:

Siliqua Petersi Reuss in einem sehr charakteristischen Exemplare.

Panopaea frequens Zitt. in mehreren Exemplaren.

Corbula angustata Sow. in zahlreichen Exemplaren genau übereinstimmend mit der typischen Art.

Anatina Royana d'Orb. in zwei Exemplaren.

Pholadomya granulosa Zitt in 8 Exemplaren.

Pholadomya Esmarki Nils. eine zwar nahe mit *Ph. rostrata v. Royana* d'Orb verwandte Form, die aber mehr in die Länge gezogen, mit deutlich geknoteten Rippen versehen ist und auf's genaueste mit der Abbildung in Goldfuss tab. 157 f. 10 a. b. übereinstimmt.

Arcopagia strigata Goldf. Es findet sich in 5 Exemplaren eine Form bei Glaneck, welche Zittel für identisch mit seiner *Arc. fenestrata* hält. Sie theilt mit dieser die gitterförmige Schalenverzierung, ist jedoch entschieden länger und weniger hoch, dabei liegt der Wirbel ausser der Mitte mehr nach hinten; ferner zieht eine ausgesprochene abgerundete Kante gegen das hintere abgestumpfte Eck des unteren Randes; in

der Mitte der Schale macht sich eine sanfte Depression bemerkbar; auch ist die Schalenverzierung feiner, als an den *Arc. fenestrata* (nach der Zeichnung). Dieses zusammengenommen nähert unsere Form entschieden mehr der *Tellina strigata* Goldf. Es ist ferner *Psammobia cancellato-sculpta* Roem. zu vergleichen.

Psammobia impar Zitt. stimmt in 6 vorliegenden Exemplaren aufs genaueste mit den Gosauspecies. Sie zeichnet sich bei Glaneck durch ihre relative Häufigkeit aus. Eine kleinere Form, welche sehr an *Capsa discrepans* d'Orb. erinnert, ist nicht zureichend gut erhalten, um sich sicher mit dieser Art identificiren zu lassen.

Tapes fragilis d'Orb. sp. in 2 Exemplaren stimmt vollständig mit Zittels Abbildung und Beschreibung, ist aber um 1/3 kleiner, als die Figur Taf. III., 3a und nähert sich in der Grösse der d'Orbigny'schen Abbildung.

Tapes Martiniana Math. sp. ist in 7 sehr typischen Exemplaren gefunden worden.

Tapes eximia Zitt. in 2 Exemplaren.

Tapes Rochebruni Zitt. in 1 Exemplar.

Venus-Arten liegen in mehreren Formen vor, welche sich an *V. parva* Sow. und *V. ovalis* Sow. anreihen; der Erhaltungszustand gestattet jedoch keine schärfere Bestimmung.

Cytherea polymorpha Zitt. stimmt in 5 vorliegenden Exemplaren sehr gut überein.

Circe concentrica Zitt. in 1 Exemplar typische Form, in einem zweiten Exemplare ist die Bestimmung weniger sicher.

Cyclina primaeva Zitt. ist durch einen nicht gut erhaltenen Steinkern repräsentirt.

Cyclas gregaria Zitt. kommt in einer sandigen Zwischenbank voll verkohlter Treibholzstücke vor; 3 Exemplare.

Cyprina crassidentata Zitt. gestattet nach einem gut erhaltenen Fragmente eine zuverlässige Bestimmung.

Isocardia planidorsata Zitt. liegt in 4 Exemplaren vor.

Cardium productum findet sich bei Glaneck in sehr grossen und normalen Formen ziemlich häufig.

Cardium hillanum Sow. ist weniger häufig.

Cardium Petersi Zitt. Von dieser schönen Art liegt ein sehr wohlerhaltenes, auch von Zittel als zur genannten Species gehöriges Exemplar vor, das um 1/8 kleiner, als das auf Taf. VI. f. 5 von Zittel abgebildete Stück. Ich zähle auf der hinteren Seite gleichfalls 11 Radialrippen; die concentrischen Furchen rücken gegen den Wirbel rasch eng an einander.

Chama detrita ist nur in einem dürftig erhaltenen Exemplare vorhanden.

Cardita granigera Gümb. sp. 1 Exemplar.

Astarte similis Mün. 3 Exemplare.

Trigonia limbata d'Orb. ist in 5 Exemplaren gefunden worden.

Nucula redempta Zitt. 1 Exemplar.

Limopsis calvus Sow. spec. 1 Exemplar.

Cucullaea chimiensis Gümb. spec. häufig.

Cucullaea crassiteste Zitt. 1 Exemplar.

Cucullaea Austriaca Zitt. 1 Exemplar.

Cucullaea bifasciculata Zitt. 5 Exemplare.

Cucullaea Gosaviensis Zitt. 5 Exemplare.

Arca inaequidentata Zitt. 1 Exemplar.

Arca Lommeli Zitt. 2 Exemplare.

Arca trigonula Zitt. 5 Exemplare.

Modiola typica Forbes ist in 6 meist sehr wohl erhaltenen Exemplaren gefunden worden. Die Aehnlichkeit der von Zittel mit einer indischen Art vereinigten alpinen Form mit der französischen *Mytilus ligeriensis* d'Orb. ist eine höchst bemerkenswerthe und ein Unterschied nur in dem Fehlen der gezackten Radialstreifen am hinteren Rande festzuhalten, welches Merkmal allerdings sich auch an den Exemplaren von Glaneck als constant erweist. *Modiola reversa* Sow. ist weit weniger noch verwandt.

Lithodomus obtusus d'Orb. stimmt in 3 Exemplaren mit der französischen Form überein und unterscheidet sich sowohl durch die allgemeine fast vierseitige Gestalt, als die Oberflächenverzierung von *Lithodomus alpinus* Zitt., und von *L. rugosus* d'Orb.; namentlich fehlen die zonenweis verstärkten Anwachsabsätze und dafür ist die Schale gleichmässig von concentrischen Streifen bedeckt, welche gegen den unteren Rand hin sich verstärken.

Pinna cretacea Schlothh. sp. in mehreren Fragmenten.

Inoceramus findet sich in mehreren Species; leider herrscht über die Artenabgrenzung in diesem Genus grosse Unsicherheit. Um die Vergleichung mit den Gosaubildungen festhalten zu können, will ich hier der Zittel'schen Auffassung folgen, obwohl ich nicht alle Arten in gleicher Weise abgrenzen möchte.

Inoceramus Lamarcki Park. 4 Exemplare, die der Goldf. Abbildung Tf. 111. Fig. 3 von *J. Brongniarti* gleichkommen.

Inoceramus Cripsi Mant. (im Umfange der Zittel'schen Darstellung) theils in typischen Exemplaren, theils in solchen, die sich *I. Cuvieri* und dann *I. regularis* d'Orb. anschliessen; zahlreich vorhanden.

Inoceramus mytiloides Mant., d. h. Formen, welche mit der Abbildung von *I. problematicus* bei d'Orb. Tf. 406 Fig. 1—5 (excl. 6 und 7) vortrefflich übereinstimmen. Geinitz bezieht diese auf *I. mytiloides*.

Inoceramus striatus Mant. mit stark eingekrümmten Wirbeln und sehr regelmässigen, wenig zahlreichen (2—4) scharf ausgebildeten Streifen zwischen den concentrischen, schmalen Runzeln.

Lima Marticensis Math. stimmt in 4, sehr wohl erhaltenen Exemplaren wenigstens mit der Gosauform überein.

Pecten membranaceus Nils. 1 Exemplar.

Pecten laevis Nils.

Pecten virgatus Nils. mit wenig zahlreichen, entfernt stehenden Radiallinien.

Janira quadricostata Sow. 2 Exemplare.

Ostrea vesicularis Lam. in grosser Menge. Auch finden sich Formen, die vielleicht zu *Ost. haliotoidea* gehören.

Gasteropoden finden sich bei Glaneck in verhältnissmässig geringer Artenzahl und in meist schlecht erhaltenem Zustande. Es wurden bestimmt:

Turritella Eichwaldana Golf. in 4 Exemplaren.

Turritella disjuncta Zek. 1 Exemplar.

Actaeonella gigantea Sow. spec. 1 Exemplar.

Actaeonella conica Mü. sp. 1 Exemplar.

Rostellaria pliata Sow. 1 Exemplar.

Rostellaria costata Sow. 1 Exemplar.

Rostellaria granulata Sow. 1 Exemplar.

Voluta acuta Sow. 1 Exemplar.

Voluta coxifera Zek. 1 Exemplar.

Fusus torosus Zek. spec.

Cephalopoden sind bis jetzt in den Gosaubildungen nach v. Hauer[3]) nur 11 Arten bekannt geworden. Diesen gegenüber darf unsere Fundstelle bei Glaneck als ziemlich reich bezeichnet werden, indem sich hier folgende Arten feststellen liessen.

Ammonites varians Sow. in 3 Exemplaren steht in genauer Uebereinstimmung mit Exemplaren der ausseralpinen Kreide und ist nicht identisch mit v. Hauer's *A. Gosauicus.*

Ammonites texanus Röm. in 1 Ex., nicht gut erhalten, aber zureichend, um die Charaktere dieser Art zu erkennen.

Ammonites Sussexiensis Sharpe entspricht einer in 3 Exemplaren vorhandenen Form, welche den Charakter eines englischen Exemplars von Wiltshire vollständig theilt.

Ammonites prox. *Carolinus* d'Orb. *serrato-carinatus* St. ist auf eine Form zu beziehen, welche nach der d'Orbigny-schen Abbildung beurtheilt im höchsten Grade mit der Art von Martrous übereinstimmt mit Ausnahme einer

3) Beitr. z. Paläontogr. v. Oest.: Bd. I. H. 1 u. Sitz. d. Ac. Bd. LIII.

höchst auffallenden Verzierung der Schale gegen die externe Rückenfläche, welche sie mit *A. texanus* theilt. Hier zieht, wie bei der typischen Art, ein mit länglichen Knötchen versehener Kiel und zu beiden Seiten durch eine Furche getrennt je eine Reihe ähnlicher Knötchen am Rande der Seitenflächen hin; diese 2 randlichen Knötchenreihen stehen zwar an dem Ende der ziemlich stark sichelförmig gebogenen Rippchen, sie sind aber gegen die Seitenfläche hin durch eine fortlaufende Furche von dem ebenfalls mit einem rundlichen dicken Knötchen verzierten Hauptttheile der Rippchen getrennt, so dass gegen und auf der externen Fläche mit der knotigen Anschwellung der Rippen fünf durch vier Furchen getrennte Reihen von länglichen Knötchen stehen. Es findet sich zwar auf der d'Orbigny'schen Zeichnung die Andeutung einer Seitenfurche, da ich aber kein Original zum Vergleiche habe, so wage ich nicht, beide Formen für identisch zu erklären. Zu vergleichen ist ferner *A. Germani* Reuss, dem gleichfalls die Seitenrinnen fehlen und *A. serrato-carinatus* Stol., dem ebenso die Seitenrinnen abgehen und dessen Rippen ausserdem auf den Seitenflächen mit Knötchen verziert sind. Von *A. texanus* unterscheidet sich unsere Form durch das Fehlen der Knoten auf den Seitenflächen. Wahrscheinlich ist sie identisch mit der südindischen Art.

Ammonites bicurvatus Michelin (nach Geinitz's Auffassung) in einem zureichend gut erhaltenen Exemplare; bei einem Durchmesser von 60 Millimeter lassen sich jedoch keine Rippchen erkennen. Alle sonstigen Charaktere stimmen überein. *A. Gardeni* Baily, der unserer Art sehr nahe steht, besitzt transversale Furchen, welche unser Exemplar nicht erkennen lässt.

Baculites anceps Lam. liegt in mehreren Bruchstücken vor, welche sich durch einen rein elliptischen Querschnitt kennzeichnen. Die Lobenzeichnung stimmt mit jener von B. anceps Lam.

Anhangsweise will ich hier noch einen interessanten Ammoniten erwähnen, welcher von Hrn. Revierförster Meyer aus dem Rudistenkalke des Mairgraben am Dalsener Abfall des Lattengebirgs entdeckt wurde. Derselbe schliesst sich zunächst an *Ammonites planulatus* Sow. und *A. Bhavani* Stol. andererseits an *Amm. incertus* d'Orb. an. Die 6 auf einem Umgang treffenden Hauptrippen sind von zwei markirten Einschnürungen, von welchen die hintere besonders tief ist, begleitet; die zwischenliegenden, schwächeren Rippen sind gegabelt, nicht zahlreich (gegen Aussen 8—10) und verlaufen nicht vollständig den Hauptrippen parallel, so dass 2—3 der zunächst vor den Hauptrippen stehenden gegen diese etwas schief gestellt sind und enden, ohne die Nabelkante zu erreichen; gegen die letztere hin verschwächen sich die Rippchen. Diese Charaktere bringt die alpine Form der ostindischen Form von *planulatus* so nahe, dass ich sie damit für identisch halte.

Anneliden:

Serpula filiformis Sow. sehr häufig.

Entomostraceen:

Cytherella parallela Rss.

Bairdia oblonga Rss.

Ausserdem liegen auch mehrere Bruchstücke von *Callianassa* und einzelne *Fischschuppen* vor, deren Speciesermittelung unsicher ist.

Ueberblickt man nun die ganze Reihe der an einer einzigen sehr beschränkten Fundstelle erbeuteten organischen Ueberreste, so überrascht uns neben der Fülle der Artenanzahl die fast völlige Uebereinstimmung mit den organischen Einschlüssen der Gosauschichten. Unter den 75 aufgeführten Arten sind nicht weniger als 64 auch in den Gosaubildungen gefunden worden. Dazu kommt, dass fast alle für diese alpine Procän- oder Kreidestufe besonders bezeichnende Arten sich auch bei Glaneck finden. Dieses Ergebniss aus den paläontologischen Untersuchungen steht in vollem Einklange mit den Schlüssen, zu welchen die petrographische Beschaffenheit des Gesteins und die Vergesellschaftung mit Rudistenkalken und Conglomeraten schon früher geführt haben. Es ist demnach anzunehmen, dass die Schichtenablagerungen in der Gosau sowie in den östlichen österreichischen Alpen und diese am Fusse des Untersberges nicht nur als absolut gleichzeitig zu betrachten sind, sondern auch unter ganz gleichen Verhältnissen aus demselben Meere oder Meerestheil erzeugt wurden, dass beide Bildungen einer Provinz des alpinen Kreide- oder Procänreichs angehören.

Wenden wir uns nun zu den zunächst westwärts ausgebildeten, gleichalterigen Schichten im Traungebiete und vergleichen wir die Fauna beider Ablagerungen, so begegnen wir einer analogen Verschiedenheit in Bezug auf die organischen Ueberreste, die wir schon in der Gesteinsbeschaffenheit anged utet sahen.

Eine ausserordentlich reiche und vielfach ausgebeutete Fundstelle im Traungebiete ist der Gerhartsreiter Graben bei Siegsdorf, ungefähr 7 1/2 Stunden westlich von Glaneck entfernt. Zu den bereits von mir namhaft gemachten Arten[4] dieser Fundstelle sind in Folge neuerer

4) Geogr. Besch. d. südl. Alp. 1861. S. 557.

Aufsammlung eine bedeutende Anzahl von Arten hinzugekommen, von welchen ich hier nachträglich nur diejenigen anführen will, welche wegen einer Vergleichung mit den Gosaupetrefakten von Glaneck hier von Wichtigkeit sind.

Rotalina marginata Rss.

Cardium hillanum = C. bifrons Reuss.

Corbula angusta.

Janira quadricostata Sow.

Baculites anceps Lam.[5]).

Beide lokale Faunen von Glaneck und vom Gerhartsreiter Graben besitzen nach dieser Ergänzung nicht mehr als 14 Arten gemeinschaftlich, nämlich: ***Rosalina marginata, Corbula angusta, Pholadomya Esmarki*** Nils.; ***Cardium hil-***

---

5) Ich benütze diese Veranlassung, um noch einige Nachträge und Bemerkungen, welche zunächst die vorliegende Frage nicht berühren, hier einzuschalten. Nach der Zittel'schen Auffassung ist die von Siegsdorf aufgeführte *Crassatella regularis* d'Orb. = *C. macrodonta* (Astarte m.) Sow.; *Nucula pectinata* Sow. = *N. Stachei* Zitt. Ich füge hinzu, dass *Ostrea indifferens* Zitt. identisch ist mit der von mir als *O. curvirostris* Nils. bezeichnete Art. Als für diesen Fundort neue Arten sind zu ernennen: *Ammonites Neubergicus* Hau. *Exogyra Matheroniana* d'Orb; *Ostrea Madelungi* Zitt.; *Modiola capitata* Zitt. und eine neue *Neaera*, welche sich zunächst an *Neaera* (Corbula) *caudata* Nils. spec. anschliesst, aber nahe doppelte Grösse erreicht (40 Mm. lang, 30 Mm. hoch) und nach Hinten in einen verhältnissmässig kürzeren und breiteren Flügel ausläuft. Ausserdem unterscheidet sich die alpine Art, für welche ich die Bezeichnung *Neaera procäna* vorschlage, durch die starke, leistenförmig erhabene concentrische Rippchen, zwischen welchen noch feine Anwachsstreifen eingefügt sind, Gegen die flügelartige Schalenverlängerung vereinigen sich zu 2—3 oder 4 solche concentrischen Rippchen, machen dem unteren Rande parallel verlaufend eine Biegung nach aufwärts, ziehen dann den unteren Rand des Flügels parallel, um nahe dem obern Rande desselben fast rechtwinklich nach oben umbiegend zu enden.

lonum (= C. *bifrons* Rss.); *Cardita granigera* Gümb.; *Astarte similis* Mün.; *Limopsis calvus* Sow.; *Arca chimiensis* Gümb.; *Pecten membranaceus* Nils.; *Pecten laevis* Nils; *Janira quadricostata* Sow.; *Ostrea vesicularis* Lam.; *Baculites anceps* und *Bairdia oblonga.*

Wenn uns auch zur Zeit die Faunen beider Fundstellen nicht vollständig bekannt sind, so ist es doch wohl gestattet, aus dem bisher Aufgefundenen den Schluss zu ziehen, dass bei einer unzweifelhaften Verwandtschaft beider Faunen sich dennoch eine sehr wesentliche Verschiedenheit bemerkbar macht, welche die Schichten von Siegsdorf und Glaneck in weit weniger enger Verbindung erscheinen lässt, als sie zwischen den Bildungen der Gösau und von Glaneck so klar ausgesprochen ist.

Diese Verschiedenartigkeit wird wesentlich verstärkt durch die geognostischen und petrographischen Verhältnisse, unter deren Herrschaft die genannten Kreideschichten westwärts auftreten. Im Gerhartsreiter Graben selbst wird der versteinerungsreiche, dunkelgraue, weiche, procäne Mergelschiefer ungleichförmig von Nummulitenbildungen bedeckt, ohne dass ein anderes Glied der Procänformation hier entblösst sich zeigt. Dagegen breiten sich tiefer im Gebirge in dem grossen Kessel des Ruhpoldinger Gebirgs entsprechende Ablagerungen in grosser Mächtigkeit aus. Mergelige, weiche, schwarzgraue Schichten, welche vermöge ihrer organischen Einschlüsse unmittelbar den Bildungen des Gerhartsreiter Grabens geognostisch gleich zu stellen sind, schliessen sich hier an eine höchst eigenthümliche Kalkbildung an, welche durch die Einschlüsse zahlreicher, kleiner Hornsteinsplitter breccienartig entwickelt zugleich durch die Fülle eingeschlossener *Orbitulinen* ausgezeichnet ist. Leider ist es nicht gelungen ausser dieser *Orbitulina*, welche der Art nach von der *O. concava* Lam. (= *O. conica* d'Arch.) nicht zu unterscheiden ist, andere sicher be-

stimmbare Formen in dieser Kalkbreccie zu entdecken; nur so viel scheint sicher, dass keine Rudisten in irgend bemerkbarer Anzahl darin vorkommen. Auch die Lagerungsbeziehungen dieser Kalkbänke und der Mergellagen sind nirgends klar genug aufgeschlossen, um darnach ihre relative Stellung zu einander richtig beurtheilen zu können. Im Ganzen macht das Auftreten der reichen Mergel und festen Kalkbänke ganz den Eindruck der Verhältnisse, unter welchen in der Gosau-Kalkbänke und Conglomerate mit Gosaumergel wechseln. Da nun die Mergel im Osten und Westen unbedenklich als analog angesehen werden müssen, so sah ich mich zur Annahme berechtigt, die Orbitulitenkalke der Ruhpoldinger Gegend als eine Faciesbildung der Rudistenkalke anzusehen, eine Annahme, welche durch die breccienartige Beschaffenheit vieler Gosaukalkbänke unterstützt wird.

Prof. Emmrich, dem wir eine sehr gründliche Durchforschung der Gegend von Ruhpolding verdanken, ist dagegen der Ansicht, dass diese Orbitulinenkalke als der Cenomanen-Kreidestufe gleichalterig aufgefasst werden müsse[6]).

Da auch ihm weder die Lagerungsverhältnisse, noch die übrigen dürftigen organischen Einschlüsse ein Urtheil über das relative Alter der Orbitulitenkalke erlauben, so muss sich Emmrich einzig und allein als Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme auf die *Orbitulina concava* Lam. stützen. Es ist nun allerdings richtig, dass diese ausgezeichnete organische Form als eine für die Cenomanstufe charakteristische angesehen werden muss. Hebert[7]) setzt

---

6) Die Cenomane Kreide im bayerischen Gebirge von Dr. E. Emmrich 1865.

7) Bull. d. l. soc. de France 2. Ser. t. XXI. p. 288 und ebend. t. XX. p. 628 Anm.

die Schichten mit *Orbitulites concava* der Kreide von Rouen mit welcher die Cenomanstufe im Becken von Paris beginnt, im Alter gleich und nach dieser Analogie müssten dann auch die alpine Orbitulitenschichten an die Basis der oberen Kreide d. h. in das tiefste Cenoman (Rhotomagien Coquand's) gestellt werden. Indessen ist zu bemerken, dass es nicht ohne Analogie wäre, wenn in den Alpen die *Orbitulina concava*, oder eine ihr zunächst verwandte Art, — denn über die Identität der ausseralpinen und alpinen Form liesse sich noch ein Zweifel erheben — eine grössere vertikale Verbreitung besässe, wie es bei *Exogyra columba* in verschiedenen Kreidebecken der Fall zu sein scheint. Auch ist von grosser Wichtigkeit, dass nicht zu unterscheidende *Orbituliten* in den unteren Kalkbänken des Nierenthals am Fusse des Untersberges und innerhalb der Grenzen der Gosautypenentwicklung angetroffen werden, und dass diese Bänke in dem Schichtencomplexe der ächten Gosaubildung eingeschlossen sind. Ich halte daher das blosse Vorkommen einer einzigen Art von Versteinerung nicht für zureichend sicher, um daraus die Gleichalterigkeit zweier so weit aus einander liegenden Schichtensysteme folgern zu dürfen, wie jene der Alpen und Südfrankreichs.

Von der Gegend bei Ruhpolding an stösst man westwärts in den nördlichen Kalkalpen bis zum Vilsthal bei Pfronten ausschliesslich bloss auf solche Orbitulinen Kalkbreccien, welche stets mit den Schiefern des Gerhardsreiter Grabens analogen Mergeln vergesellschaftet sind. Nur die Ablagerung im Brandenberger Thal, welche eine bloss lokale Erscheinung ist und sich in einer durch Einströmen eines Flusses theilweise brackischen Bucht gebildet hat, nähert sich mehr dem Gosautypus. Selbst auch in den westlichsten Gebirgstheilen der Hohenschwangauer Alpen tritt diese Orbitulitenkalkbildung mächtig und ausgedehnt hervor. Plötzlich jenseits der Vils aber, kaum eine Wegstunde von der letzten Or-

bitulitenfundstelle sind zwischen dem Sorgschroffen und Hinterjoch schon die ersten Vorposten des Seewen-Mergels, der dann über Seewenkalk gelagert, sich im Grüntengebirge ausbreitet und wie bekannt, durch die Algäuer Alpen bis tief in die Schweiz anhält, zu bemerken und jede Spur der jüngeren Orbitulitenkalke (im Gegensatz zu dem auch im Algäu entwickelten Orbitulitenkalk der Aptienstufe) ist hier wie abgeschnitten verschwunden.

Obwohl die grosse Seltenheit an Versteinerungen im Seewen-Mergel und -Kalk überhaupt, insbesondere der Mangel charakteristischer Arten es bis jetzt unthunlich machten, beide in den Westalpen so mächtige und ausgebreitete Glieder in bestimmter Parallele mit ausseralpinen Kreidestufen zu setzen, so ist doch so viel sicher, dass sie den Bildungen über dem Galt im Grossen und Ganzen entsprechen müssen und zuverlässig Zeitäquivalente der Gosau- und Orbitulitenbildung in sich schliessen.

Aus dieser Differenz, welche die wenigstens theilweise gleichalterigen Procänbildungen in den bayerischen Alpen zwischen Salzach und dem Rhein sowohl bezüglich ihrer Gesteinsbeschaffenheit, als ihrer Faunen so bestimmt zu erkennen geben, dürfen wir auf gewisse Unterschiede schliessen, welche bei deren Ablagerungen in den Meeren, aus welchen sie durch Niederschläge entstanden, herrschten. Verschiedenheiten der Meerestiefe, Nähe des Festlandes, buchtenartige Zertheilung des Meeres durch weit ins Meer ragende Vorgebirge, Einmündung mächtiger Ströme sind Verhältnisse, welche in dem alpinen Kreidemeer mehr, als in andern Becken verschiedenartige Lebensbedingungen bewirkt haben mögen. Daher bilden die Procän- oder Kreide-Ablagerungen innerhalb der Alpen nicht nur ein für sich bestehendes Reich, analog den verschiedenen Reichen in der Thierwelt der Jetztzeit, welches sich westwärts an das provencialische, ostwärts an das hochasiatische Reich anschliesst

— das alpine Procänreich —, sondern es lassen sich sogar innerhalb desselben an dem schmalen Streifen der nördlichen Kalkalpinen drei wohlgesonderte Provinzen unterscheiden und festhalten, nämlich:

1) die Gosauprovinz im Osten der Alpen bis zum Rauschenberg bei Reichenhall[8]) charakterisirt durch Häufigkeit der Rudisten, ferner durch den Wechsel von Rudistenführenden Kalken und Conglomeraten mit gelbgrauem Mergel erfüllt von oft nur als Steinkern erhaltenen Conchylien, so wie endlich durch das fast gänzliche Fehlen jüngster Belemnitella-führender und mittlerer Kreide- oder ächter Galt-Ablagerungen,

2) die oberbayerische Provinz zwischen Traun und und Vils ausgezeichnet durch das massenhafte Vorkommen der *Orbitulinen*, im Gestein charakterisirt durch Orbituliten-

---

8) Ich kann der Ansicht Zittel's nicht beistimmen, der das Gosaumeer bis Passau und Regensburg ausgedehnt sein lässt (S. 88 [164]). Die Procänablagerungen bei Passau d. h. bei Ortenburg und Regensburg sind allerdings den alpinen Kreidebildungen gegen Norden zu am nächsten benachbart und von ihnen zur Zeit durch keine Gebirgsscheidewand getrennt. Sie tragen aber entschieden und bestimmt in Gesteinsbeschaffenheit, Gliederung und Petrefaktenführung eine ebenso von der alpinen Entwicklungsform abweichenden wie aufs genaueste mit den böhmischen Schichten übereinstimmenden Charakter an sich, dass sie nur mit diesen böhmischen und sächsischen zusammengestellt werden können, aus welchen sie die dritte danubische Provinz des hercynischen Procänreichs ausmachen. Ich glaube auch aus anderen Gründen, dass selbst bis in die mitteltertiäre Zeit zwischen den Alpen und norddanubischen Gebirgen ein jetzt untergetauchter Gebirgsrücken bestand, welchen die südlichen Meere durch lange Zeitperioden hindurch von den nördlichen getrennt hielt und so allein die erstaunliche Verschiedenheit erklärlich macht, welche seit der Trias zwischen alpinen und selbst den nächsten ausseralpinen Ablagerungen in auffallendster Weise hervortritt.

führende Kalk-Breccien und kalkige Sandsteine voll spitzsplittriger Hornsteinfragmente, ferner durch dunkelgraue meist weiche Mergel mit weissschaligen organischen Ueberresten, durch das Fehlen von Galtschichten und das Auftreten der obersten Procänschichten in Form der *Belemnitella mucronata*-haltigen Mergel,

3) die helvetische Provinz vom Algäu an westwärts in der Schweiz gekennzeichnet durch das Fehlen von Rudisten- und Orbituliten-Kalkbreccien, durch das Auftreten des Seewen-Kalks und Mergels an deren Stelle, sowie durch die vollständige Entwicklung des mittleren und unteren Procän-Stockwerks in den Galt- und Neocomstufen.

Wir haben Grund anzunehmen, dass die in diesen verschiedenen Alpengebieten vorkommenden oberen Procän-Ablagerungen nur als besondere Entwicklungsformen — Facies — einer und derselben gleichzeitigen Bildung eines Meeres oder doch zusammenhängender Meerestheile anzusehen sind.

II. Vilser Kalk.

Bei der erstaunlich spärlichen Ausbreitung mittel- und oberjurassischen Ablagerungen (Dogger und Jura) in den Alpen ist die Feststellung jeder, wenn auch noch so beschränkten, neuen Fundstelle von Schichten dieses Alters von hohem Interesse. Oppels klassische Arbeiten über die Fauna der Vilserkalke bei Vils haben nicht wenig dazu beigetragen, manche bisher zweifelhafte Form mit Bestimmtheit auf eine Art des typischen Vilsenkalkes, des Stellvertreters der Kelloway-Stufe in den Alpen, zu beziehen,

9) Zeitschr. d. geol. Ges. 1863. S. 196.
10) Zeitschr. d. geol. Ges. 1865. S. 535.

während derselbe leider der Wissenschaft viel zu früh entrissene Paläontologe später nachwies, dass davon verschiedene andere jurassische Ablagerungen unserer Alpen einer grossen oberen Jurastufe über der Kimmeridge-Lage, die er die tithonische nannte, angehören und im Alter den ausseralpinen Jurabildungen des Plattenkalks von Solenhofen, Nusplingen und Cirin sowie der Korallen-führenden Kalke von Neuburg und Kelheim gleich stehen. In den Alpen gehören diesem Horizonte die Diphyenkalke, die Haselberger rothen Kalke, der Auerkalk und nach Benecke's fleissigen Untersuchungen auch der Calcare ammonitico rosso z. Th. in den Südalpen, ferner der Stramberger Kalk in Mähren an. Als ein Endglied schliessen sich endlich die sog. jurassischen Aptychen- oder Ammergauer Wetzsteinschiefer hier an. Während nun in den Südalpen unter den Bildungen mit *Terebratula diphya* und *Ammonites hybonotus* (tithonische Stufe), eine ältere Ablagerung mit *Ammonites acanthicus*, dem Horizonte des *A. tenuilobatus* im Alter gleich, folgt, wie zuerst Benecke klar und schlagend nachgewiesen hat, fehlt in den nördlichen Alpen, so weit bekannt, jede Andeutung dieser Kimmeridge-Stufe vollständig und als nächste tiefere Bildung unterhalb der Jura-Aptychenschiefer tritt hier der Vilserkalk auf, der dagegen in den Südalpen zu fehlen scheint.

Der Vilser-Kalk oder die Schichten mit *Rhynchonella trigona* und *Terebratulo pala* war bis jetzt nur an wenigen Fundorten in den Alpen nachgewiesen. Als der westlichste Punkt muss Vils selbst, wo der Kalk aber auf einen ganz kleinen Hügel beschränkt vorkommt und die weisse Wand in der Nähe von Vils unmittelbar bei Füssen gelten. Von hier an fehlt ostwärts jede Spur dieser Ablagerungen auf

---

11) Geogn. paläont. Beiträge 1866. S. 133.

eine weite Strecke in den Alpen. Winkler[12]) hat zuerst an den ihm von Revierförster Schenk mitgetheilten Versteinerungen einen zweiten Fundpunkt in den bayerischen Alpen am N. Gehänge des Kressenbergs unfern Teisenhofen bekannt gemacht. Allein die Versteinerungen von diesem Punkte stammen aus einigen, wenn auch grossen Felsblöcken, welche unzweifelhaft nicht als zu Tag ausgehende Schichtenköpfe einer unter dem hier hoch aufgehängten Geröll fortstreichenden und anstehenden Gesteinslage angesehen werden dürfen. Ich habe mit Prof. Oppel im Frühjahre 1865 diese Fundstellen besucht und wir waren beide keinen Augenblick darüber bedenklich, dass diese Trümmer keinem anstehenden Felsen angehören und dass wir hier nur einige von ihrer ursprünglichen Lagerung entfernte abgerissene Gesteinsstücke vor uns hatten. Wir fanden die damals schon stark aufgearbeiteten Kalkfragmente deutlich und entschieden auf Geröll und Gesteinsschutt aufruhend. Beim „Beilehen" war sogar ein durch eine Kluft von dem Hauptstück abgesondertes Trumm in Folge der Herausnahme des untenliegenden Schotters herabgebrochen. Aehnlich grosse Felsentrümmer verschiedener alpiner Gesteine besonders von weissem Wetterstein-, dann von Dachsteinkalk, ferner von rothem Hierlatzmarmor sahen wir ganz in der Nähe dieser Stelle mehrfach auf ganz - analoge Weise im Schutt und Geröll eingebettet. Dahin gehören auch alle die anderen erwähnten[13]) Fundstellen von Vilserkalk, welche entweder kein anstossendes Gestein repräsentiren, und auch nicht einmal mit einiger Wahrscheinlichkeit dem Vilser-Kalk angehören oder aber nur das Vorkommen petrographisch ähnlicher, namentlich der Hierlatzkalke anzeigen.

---

12) N. Jahrb. f. Min. Geog. u. P. 1865. S. 302.
13) N. Jahrb. 1865. S. 303 u. S. 815 u. f.

Erst nach langer Unterbrechung trifft man weiter nach Osten in den österreichischen Alpen die schon seit längerer Zeit bekannt gewordenen ergiebigen Fundstellen des Vilser-Kalkes bei Windischgasten besonders am Prielerberg und Gunstberg, dann bei Grossau und nach neuen grossartigen Unterbrechungen erst wieder in sehr ausgedehnter Ausbreitung nach v. Hauer's und Stur's Entdeckungen im nördlichen Ungarn.

Ob Vilser-Kalk in den Südalpen namentlich bei Roveredo, wie v. Hauer erwähnt, wirklich vorkommt, scheint durch Benecke's Untersuchungen mehr als zweifelhaft zu sein.

Kehren wir nun nach den nordöstlichen Kalkalpen zurück, so wurde bereits erwähnt, dass am westlichen Rande des Reichenhaller Beckens zwischen Karlstein und dem Gehänge des hohen Staufen ein Kranz weisser Kalkfelsen sich hinzieht, deren Gestein in hohem Grade mit dem weissen Vilser-Kalk übereinstimmt. Bei dem Mangel sicher bestimmbarer organischer Ueberreste aus dieser Kalkmasse muss ich deren Gleichstellung mit dem Vilser Kalk vor der Hand noch zweifelhaft lassen.

Indessen gelang es uns am Nordgehänge des hohen Staufen diese Bildung mit voller Sicherheit festzustellen.

Wenn man auf der Hauptstrasse zwischen Reichenhall nach Teisendorf aus dem Saalachthal über den Rücken, welcher hier an den Ostrand des steil abfallenden Staufengebirgs sich anlehnt, aufsteigend sich dem Schloss Staufeneck nähert, so zeigen mehrfache Entblössungen an dem hügelig ansteigenden Fusse des Gebirgs nördlich von der Strasse die gelbgrauen Nummulitenmergel, wie sie auch in den Vorbergen O. und SO. von Reichenhall vorkommen. Verfolgt man diese tertiären Ablagerungen nun aufwärts gegen die Schlosswand, so gelangt man in wildverwachsene, oft schluchtenartige Wasserrinnen, in deren Sohle stellenweise

die Jura-Aptychenschiefer anstehen. Ich habe diese auf meiner Karte bereits angegeben. Bei der geognostischen Aufnahme dieser Gegend 1857 war ich bei Verfolgung dieser Aptychenschichten erst oberhalb des Schlosses Staufenecks aus den Gräben aufsteigend zur Höhe gelangt, auf welcher das Schloss liegt. Es zeigten sich hier ungeheure Schuttmassen, welche die Bucht zwischen dem Staufengebirge und dem nördlich vorliegenden Teisenberg ausfüllen. Es war mir daher der hohe Felsen, der unter Bäumen versteckt das Schloss Staufeneck trägt, bei dieser Begehung verborgen geblieben. Bei anderen Untersuchungen dieses Territoriums traf es sich, dass ich andere Wege einschlug, oder erst bei eingebrochener Dunkelheit den Rückweg aus dem Gebirge über Staufeneck nahm. Bei einem Ausfluge 1865 zu der Maieralpe und Höggeralpe, um die auf der hier durchziehenden Aufbruchsspalte vorkommenden Triasschichten weiter zu verfolgen, schlugen wir den gewöhnlichen Alpweg ein, der dicht am Fusse des Staufenecker Felsens vorüberführt. Eine grosse Masse zerbröckelten Kalkes liegt hier im Wege selbst und das erste Stück, welches ich zur näheren Besichtigung aufhob, lieferte bereits eine charakteristische Terebratel des Vilser Kalk's, so zahlreich sind hier die Versteinerungen im Kalke eingeschlossen. Diese Bruchstücke sind offenbar von der Felswand abgebrochen, welche sich neben dem Wege fast senkrecht in bedeutender Höhe gegen 100 Fuss hoch erhebt und oben das Schloss Staufeneck trägt. Der Kalk dieser Felsmasse ist weisser Vilser Kalk und erfüllt von zahlreichen charakteristischen Arten dieser alpinen Kelloway-Stufe. Zunächst ist es die täuschende Aehnlichkeit der Gesteinsbeschaffenheit und des Erhaltungszustandes der eingeschlossenen Petrefakten mit dem Gestein von Vils, welche uns hier bei dem Kalk vom Staufeneck überrascht. Es ist derselbe weisse oder blassröthliche Kalk, welcher partieenweise dicht, marmorartig

und sehr fest ist, partieenweise aber aus krystallinischkörnigen und fasrigen Massen besteht. Der marmorartige, dichte Kalk umschliesst unregelmässig oolithische Theilchen von rother, gelber, milchweisser und graulicher Farbe, welche in einer feinkrystallinischen röthlichen Kalkmasse eingebettet liegen. Dadurch erhält das Gestein im Ganzen einen schmutzig blassröthlichen Ton. Vielen der oolithischen Absonderungen liegen kleine Organismen oder doch Bruchstücke derselben, Bryozoen, Foraminiferen, Spongiennadeln etc. zu Grunde, um welche sich die gefärbte Kalkmasse angesetzt hat. Auch scheinen kleine Trümmer von Gesteinsstückchen, oft von einer Kalkrinde umhüllt, eckig gestaltete Körnchen, welche dem Gestein ein breccienartiges Aussehen verleihen, erzeugt zu haben. Die grob krystallinischen ganz weissen Kalkpartieen dagegen besitzen nur geringen Zusammenhalt und daher kommt es, dass man diese Partieen leicht zerschlagen kann, eine Eigenthümlichkeit des Gesteins, welche der Ausbeutung vieler und zum Theil gut erhaltener Exemplare der eingeschlossenen organischen Ueberreste vortrefflich zu Statten kommt. Leider erhält man viele nur in Bruchstücken, weil die meisten hohl und im Innern von Kalkspathkryställchen dicht besetzt, beim Zerschlagen leicht zerfallen. Es ist höchst bemerkenswerth, dass genau dieselbe Gesteinsbeschaffenheit auch bei Vils getroffen wird, wo allerdings viele Einschlüsse ganz von Kalkspathfasern erfüllt sind. Absolut identisch mit dem Gestein von Staufeneck ist jenes von dem nördlichen Abhang des Teisenbergs. Es ist als sicher anzunehmen, dass beide Fundstellen ein und demselben speziellen Kalklager angehören. Das Vorkommen von Vilser Kalk an Staufeneck als anstehendes Gestein, frei von Ueberdeckung, ist nur als Folge der Thalbildung, welche durch Erosion selbst die tiefsten Schichten blossgelegt hat, anzusehen. Unbezweifelt streicht dasselbe Lager noch weiter nach Osten und Westen fort, wo es

aber von Schutt und Geröll überdeckt ist und dem Gesicht entzogen wird. Nach den Mittheilungen des Hrn. Revierförster Meier ist in der That dieses Fortsetzen in östlicher Richtung durch den eben ausgeführten Eisenbahnbau festgestellt worden.

Nicht weniger gewiss ist ein Fortstreichen nach Westen und hier muss es in dem Sattel des Hofalprückens wohl vermuthet werden. Daraus ergiebt sich die Vermuthung, dass die kolossalen Felsblöcke am Nordgehänge des Teisenbergs aus dieser höheren Lage stammen können.

Nachdem nun der Vilserkalk so weit im Osten wieder aufgefunden worden war, schien es denn doch mehr als wahrscheinlich, dass auch in dem Zwischengebiete zwischen Vils an der Lech und Saalach noch einzelne Punkte des Vorkommens von Vilserkalk sich auffinden liessen. Die neuesten in dieser Richtung von Oppel und mir unternommenen Durchforschungen zunächst der Gegend W. von Traunstein bei Staudach haben aber nur zum Theil einen lohnenden Erfolg gehabt. Es wurden nur an zwei sehr beschränkten Stellen zu Vilser Kalk zu rechnende Gesteine entblösst gefunden, nämlich im Kreuzgraben und an dem Mehrenthalgehänge unter dem Zinnkopf.

Der erste Punkt liegt an dem Zieh- und Alpweg zur Vorderalpe, welcher von Staudach durch den Mühlbach und höher aufwärts durch den Kreuzgraben führt nahe oberhalb seiner Vereinigung mit dem vom Gastätter heraufkommenden Alpweg, da wo der Weg von der östlichen Seite des Grabens auf die westliche über den Bach führt. Es steht eine kleine, durch Steinbrucharbeit für Wegbaumaterial entblösste Wand neben dem Wege an und der Bach selbst stürzte über eine nicht hohe Felsmasse des Kalks in einem kleinen Wasserfalle hinab. Dieser Kalk gehört nicht der weissen Abänderung des Vilser Kalkes an, sondern ist intensiv roth, sehr hart und gestattet nur mit grosser

Mühe die nicht selten in ihm eingeschlossenen Versteinerungen herauszuschlagen. Dieser Kalk lieferte die charakteristische *Rhynchonella trigona*, welche allein es ausser Zweifel stellt, dass diese Bildung zum Vilser Kalk gehört. Ausserdem aber fand sich noch *Rhynchonella vilsensis* und *Terebratula antiplecta*.

Zur benachbarten Stelle am Mehrenthalgehänge gelangt man auf dem Ziehwege, der vom Gastätter zu dem Zinnkopf führt. Wo sich oben der Graben kesselförmig erweitert, ziehen auf dem östlichen Thalgehänge unter dem Zinnkopf (oder Zinnspitz) mehrere Felsriffe hin, welche aus einem gleichfalls sehr harten, meist intensiv rothen, doch auch röthlich weissen Kalkstein bestehen. Diese Felsen sind schwer zugänglich und es gelang nur wenig Bestimmbares aus dem festen Kalk herauszuschlagen, welches jedoch zureicht, um den Kalk als Vilser Kalk zu erkennen. Es ist sehr bemerkenswerth, dass hier nur die röthliche, festere Kalkmasse zu Tag ausstreicht; wahrscheinlich ist der leichter zersprengbare weisse Kalk bereits zertrümmert und zerfallen. Auffallender Weise scheint aber auch selbst dieser rothe Vilser Kalk in dem benachbarten, so prächtig aufgeschlossenen Gebirgskessel von Ruhpolding zu fehlen, da trotz der gerade auf diese Gegend concentrirten und sorgfältigsten Untersuchungen Emmrich's und Oppel's keine Spur desselben entdeckt wurde. Auch ich habe in dieser Gegend vergebens nach Vilser Kalk gesucht.

Der Vilser Kalk vom Schlosse Staufeneck ist nahezu so Individuen- und Arten-reich, wie das Gestein von Vils selbst. Einige der hier vorkommenden Brachiopoden geben zu besonderen Bemerkungen Veranlassung. Es sind mir von dieser Fundstelle theils nach unseren Aufsammlungen, theils nach der gefälligen Mittheilung des Hrn. Revierförster Meier in Reichenhall und nach dem in der

paläontologischen Sammlung niedergelegtem Materiale folgende organische Einschlüsse bekannt geworden:

Terebratula vilsensis Opp. liegt in mehr als 50 Exemplaren vor. Diese Species trägt an dieser Fundstelle, wie an jenen zuerst von Winkler beschriebenen am Gehänge des Teisenbergs einen ganz eigenthümlichen Typus an sich, welchen Winkler veranlasst hat, diese Form als eigne Species — *P. teisenbergentis* — zu betrachten. In der That besitzen fass sämmtliche Exemplare aus den östlichen Alpen constante Unterscheidungsmerkmale von der Vilser-Form, welche Winkler sehr gut und scharf hervorgehoben hat. Es lässt sich diesem noch hinzufügen, dass die Stirnkanten der typischen Art von Vils meist abgestumpft sind, während sie bei der Form aus den Ostalpen scharf, fast schneidig erscheinen. Die kurze Mittelwulst der kleinen Schale ist bei letzterer fast knotig angeschwollen, bei jener von Vils dagegen schwillt diese von der Schalenmitte gegen die Stirn zu allmählig an. Trotz dieser Charaktere halte ich die Form der Ostalpen nur für eine örtliche oder provinzale Abänderung der Form von Vils, weil es keinem Zweifel unterliegt, dass beide sich an den verschiedenen Fundstellen vollständig vertreten; beide finden sich in gleicher Häufigkeit, ohne dass im Westen die zweite Varietät und im Osten die erste bemerkt wird. Ihre gegenseitige Stellvertretung liegt so klar vor, wie sie nicht leicht in einem zweiten Falle sich sicherer erkennen lässt. Auch sind die Unterscheidungsmerkmale, obwohl fast constant, nicht bedeutend. Mir scheint hier ein höchst bemerkenswerthes Beispiel einer Artmodifikation verschiedener verhältnissmässig nicht sehr entfernter Fundstellen vorzuliegen. Ich bin aber weiter noch der Ansicht, dass beide alpine Formen der *Terebratula vilsensis* und *teisenbergensis* nur als örtliche Abänderungen der französischen *Terebratula bivallata* Deslongsh. aufzufassen sind, von welcher jene sich nur

durch eine kürzere Gestalt und stärkere Falten unterscheiden. Auch liegt mir in der That freilich nur in einem Exemplare eine Form von gleicher Länge wie *T. bivallata* vor, welche den Zusammenhang dieser drei Formen vermittelt. Ebenso zeigen alle drei Formen die Eigenthümlichkeit einer schwachen Ungleichseitigkeit, indem — die Stirn gegen den Beschauer gerichtet — die Falte zur Rechten etwas stärker, als die zur Linken entwickelt ist.

Es möchte diese Formenreihe demnach zu bezeichnen sein als:

Terebratula bivallata Deslongch. mit zwei alpinen Modifikationen:

T. b. var: *vilsensis* von Vils und Füssen und

T. b. var: *teisenbergensis* (Winkl.) von Teisenberg, Staufeneck und aus den Ostalpen.

Terebratula bifrons Opp. kommt in vollständiger Uebereinstimmung mit der Form von Vils spärlich bei Staufeneck (5 Exempl.) vor.

Terebratula antiplecta Bach. findet sich ziemlich häufig bei Staufeneck. In den Blöcken von Teisenberg wird sie vermisst.

Terebratula subcanaliculata Opp. liegt von Staufeneck in 5 Exemplaren vor. Ich habe diese Species auch bei Vils[14] aufgefunden und bereits früher (Geogn. Beschr. d. bayer. Alp. S. 500) aufgeführt. Oppel selbst hat diese Form von Vils bestimmt, gleichwohl glückte es ihm später nicht, sie dort wieder aufzufinden.

---

14) Winkler vermuthet, dass die von mir aufgezählte Art von Vils nicht die ächte *T. subcanaliculata*, sondern *T. culloviensis v. Algovica* sei. Ich kann hier nur meine frühere Angabe bestättigen.

Terebratula dorsoplicata Deslongch. glaube ich in ziemlich zahlreich vorliegenden Formen erkennen zu können, welche sich an die d'Orbigny'sche *T. calloviensis* anreihen und von Winkler unter der Bezeichnung *Terebratula Schenki* als eigene Species beschrieben wurde.

Die stark gewölbten und auf den Seiten etwas plattgedrückten Schalen sind durch Anwachsstreifen und Zonen namentlich gegen die Stirn zu wulstig uneben. Die zwei Falten der kleinen Schale stehen nahe bei einander gegen die Mitte gedrängt, wodurch die eingeschlossene Bucht verhältnissmässig tief erscheint. Auch bemerkt man bei sehr gut erhaltenen Schalen eine sehr schwache radiale unregelmässige Streifung. Obwohl nun diese alpine Art durch letzteres und durch die näher an einander gerückten und mehr gegen die Mitte gedrängte Falten sich von der typischen *T. dorsoplicata* unterscheidet, so nähert sich doch die Form *v. Perrieri* Desl. (Mem. d. l. soc. Linn. d. Norm. t. XI. pl. 11 fg. 1) so sehr unseren alpinen, dass wesentliche Unterschiede sich kaum festhalten lassen. Ich betrachte sie als alpine Modifikation von *T. dorsoplicata.* We. es vorzieht, kann sie wohl auch als eigene Art auffassen, sicher aber vertritt sie die Stelle der ersteren in den alpinen gleichalterigen Bildungen.

Terebratula pala Bach., welche am Teisenberg zu fehlen scheint, stellt sich bei Staufeneck wieder, wenn auch seltener, als bei Vils, ein.

Terebratula hypocirta (?) Deslongch., eine kleine, fast so lang, als breite Terebratel, welche der Jugendform von *Terebratula pala* ähnlich ist, aber in Vergleichung zu gleich grossen Individuen der letztern constant dicker und im Umrisse kreisrund (nicht länglich rund) erscheint, möchte identisch mit der Art aus den eisenschüssigen Schichten von Montreuil Bellay sein. Die

alpine Form stimmt äusserlich vollständig damit überein; da oben das innere Gerüst nicht untersucht werden kann, so bleibt diese Art für die Alpen immerhin einiger Maassen zweifelhaft.

Rhynchonella vilsensis Opp. ist in grosser Häufigkeit in dem Gestein von Staufeneck eingeschlossen. Am Teisenberg wurde sie bis jetzt nicht nachgewiesen. Uebrigens muss diese Art als die Stellvertreterin der *Rh. spadica* Lmk (pars), wenn nicht als identisch damit gelten.

Rhynchonella contraversa Opp. liegt in 5 Exemplaren vor und diese stimmen genau mit den Oppel'schen Originalen überein. Die Schale ist fasrig, auf der Oberfläche werden die etwas vorstehenden Fasertheilchen von Anwachsstreifchen gekreuzt und es entsteht auf diese Weise eine Oberflächenzeichnung, die mit schwacher Loupe betrachtet, für eine Punktirung dcr Schale angesehen werden kann. Ich vermuthe, dass Winkler's *Terebratula subalpina* nichts anderes ist, als diese Art, welche nach Winkler's eigener Angabe der Form und Aeusserlichkeit nach fast vollständig mit *Rhynchonella contraversa* Opp. übereinstimmt.

Rhynchonella trigona Q. erfüllt das Gestein von Staufeneck in grosser Menge.

Rhynchonella myriacantha ist in zwei Exemplaren aufgefunden worden.

Ausser diesen sicher bestimmbaren Arten liegt aber noch eine Anzahl von Brachiopoden aus dem Gestein von Staufeneck vor, welche meist nur in einzelnen Exemplaren, eine sichere Artendeutung nicht gestatten, wie Formen der *Rhynchonella Fischeri* Deslongch; *Rh. phaseolina* Desl. u. A. Ausserdem kommen an dieser Fundstelle noch spärliche Reste von *Ammoniten* (2 Expl.), häufiger *Cidaris basilica*

Opp., mehrere *Pecten*, ein kleiner *Capulus* oder *Calyptraea* und kleine Muschelreste vor.

Ueberblickt man die Reihe der von Staufeneck bekannt gewordenen Brachiopoden, so muss deren grosse Anzahl, welche jener bei Vils zur Zeit bekannt gewordenen sich gleichstellt, um so mehr auffallen, als die zwischen beiden Fundstellen liegenden Kalkalpen so reicher Gesteinslagen völlig entbehren und erst weiter im Osten ähnliche Ablagerungen bekannt sind.

So gewinnen wir durch das Auffinden des vollständig typischen Vilser Kalkes am Staufeneck bei Reichenhall ein neues wichtiges Verbindungsglied in der grossen Kette der alpinen Gesteinsbildungen, welche bisher isolirte Punkte im Westen und Osten in innigere Beziehungen zu einander bringt.

Herr Kuhn gab Notizen aus seinem Aufsatz

„Ueber zwei im Frühlinge dieses Jahres vorgekommene Blitzesereignisse".

Der Vortragende hebt bei dieser Gelegenheit, bei welcher er über zwei interessante Blitzesereignisse spricht, von welchen das eine am 8. April 1866 zu Paris vorkam [1]), das andere durch einen authentischen Bericht seines hochverehrten Freundes Herrn Major Rudolf — Commandanten des k. b. 8. Jägerbataillons — „über die im Lager der k. b. Truppen bei Schweinfurt am 4. Juni ds. Js. vorgekom-

1) Comptes rendus, Tome LXII., p. 951.

menen Elementarereignisse" ihm bekannt geworden ist, die von ihm bei seiner Bearbeitung über Blitzableiter [2]) als Ausgangspunkt gewählte principielle Grundlage hervor, die er auch bei späteren Gelegenheiten [3]) besonders anzuführen für zweckmässig hielt.

Wenn man daher dem schon längst durch die Erfahrung bestätigten Satze: „dass jede Blitzentladung schon im Voraus — nämlich vor dem sogenannten Einschlagen des Blitzes — dem Wege nach, den sie befolgt, bestimmt ist" die richtige und naturgemässe Auslegung geben wolle, so müsse man von der noch vielfach verbreiteten Ansicht, als ob der Blitz gegen irdische Objecte gleichsam sich ergiesse und dabei den Weg des kleinsten Leitungswiderstandes bis zur Erde erst während seines Durchganges aufsuche, abstehen, dafür aber die sämmtlichen Blitzeserscheinungen nur den Influenzwirkungen zuschreiben, welche von der Gewitterwolke ursprünglich erzeugt werden, und die bekanntlich verschiedenartige Entladungsströme zur Folge haben können, deren Wirkungen wir beobachten müssen, wenn der ihnen dargebotene Leitungsbogen tadelhaft angelegt ist etc. Die bei früheren Gelegenheiten (a. a. O.) von ihm bezeichnete Leitungsstrecke, welche der von Seite der Gewitterwolke ausgeübten Influenz ausgesetzt ist, sei es nämlich allein, die den Weg des kleinsten Leitungswiderstandes darbietet und darbieten muss und jene sei es daher auch, welche künstlich benutzt werden müsse, wenn man ein wirksames Blitzableitersystem für irdische Objecte anlegen wolle.

Seine weiteren Betrachtungen beziehen sich auf Consequenzen, die aus dieser Anschauungsweise unmittelbar her-

---

2) Allgemeine Encyklopädie der Physik, Bd. XX., 1. Abschnitt.

3) Zeitschrift des deutsch-österreich. Telegraphenvereins, Jahrg. 1862, p. 13 und Dingler polytechnisches Journal, Bd. CLXVII, p. 115.

vorgehen, und die in Thatsachen, welche durch Erfahrungen aus der älteren und neuesten Zeit gewonnen worden sind, ihre Bestätigung finden können.

Am Schlusse führt er mehrere Folgerungen an, die ihm aus seinen Betrachtungen unmittelbar hervorzugehen scheinen, und die sich auf die sachgemässe Anlegung von Blitzableiter-Systemen beziehen. Hiebei hebt er unter Anderem noch besonders hervor, wie aus seinen Erörterungen folge, dass von einer Wirkungssphäre oder einem sogenannten Schutzkreise, den ein Blitzableiter eines Gebäudes mit hoher Auffangstange anderen nahe gelegenen kleineren Gebäuden nach der gewöhnlichen Ansicht darbieten solle, in dem Sinne, in welchem diese Ausdrucksweise gebraucht werden will, gar keine Rede sein könne; die Erfahrung habe übrigens auch hiefür schon eine nicht geringe Zahl von Belegen geliefert.

Herr Buhl legte eine Reihe von Präparaten vom Innern der knöchernen Gehörorgane vor, welche er durch Photographien darzustellen beabsichtiget.

Vervielfältigung dieser Bilder auf einer Tafel nebst Text soll in den Denkschriften bewerkstelligt werden.

Historische Classe.

Sitzung vom 28. Juli 1866.

Herr Archivrath Muffat hielt einen Vortrag:

„Ueber den Zeitpunkt, in welchem das durchlauchtigste Haus Scheyern-Wittelsbach die pfalzgräfliche Würde in Bayern wieder erlangte".

Die Wiedererlangung der pfalzgräflichen Würde durch das durchlauchtigste Haus Scheyern-Wittelsbach bildet den Wendepunkt in dessen älterer Geschichte.

Seit der Mitte des zehnten Jahrhundertes des Pfalz-Grafenamtes und der Herzogswürde verlustig und dami über anderthalb Jahrhunderte hindurch von dem Schauplatze grosser Thaten verdrängt, war für die Schyren der Wiedererwerb der Pfalzgrafschaft zugleich der vorbereitende Schritt zur Rückkehr auf den Herzogsstuhl.

Gleichwie über die Person des Wiedererwerbers die Ansichten der älteren Schriftsteller von einander abwichen, wurde auch der Zeitpunkt, in welchem dieses folgenreiche Ereigniss eintrat, von den Geschichtsforschern verschieden, von allen aber zu frühe angesetzt.

Die mancherlei Angaben der Schriftsteller über den eigentlichen Erwerber wurden neuerlich von dem Grafen Hektor von Hundt (in den Denkschriften der k. Akad. d. W. Bd. XXXV S. 255—257) besprochen, welcher nachwies, dass es der Sohn des Grafen Ekhard, Otto (IV. nach Buchners und Hundt Zählung, V. nach Huschbergs Zählung) gewesen,

wie schon die ältern kritischen Schriftsteller, und von den neuern Buchner und Huschberg angenommen hatten.

Von beiden letztern hatte Huschberg in seiner ältesten Geschichte des durchlauchtigsten Hauses Wittelsbach (München 1834. 8. S. 265) behauptet, Otto sei von dem Kaiser Heinrich V. bald nach der am 6. Januar 1106 stattgefundenen abermaligen Krönung zur pfalzgräflichen Würde erhoben worden. Buchner aber, welcher diesem Gegenstande eine eigene Abhandlung gewidmet hatte[1]), sich für das Jahr 1110 entschieden. Zu gleicher Zeit erörterte Buchner darin, wer seit dem Jahre 1099, in welchem der Pfalzgraf Rapotho und dessen Vetter Ulrich der Reiche starben, die bayerische Pfalzgrafschaft bis zu deren Uebergang an Otto von Wittelsbach verwaltet habe.

Er fand ihn in einem Pfalzgrafen Engelbert, welcher im Jahre 1107 in einer Urkunde des Bischofes Hartwich von Regensburg für das Kloster Mondsee als Zeuge erscheint. Buchner folgerte: „Dieser Engelbert kann kein anderer sein, als der um diese Zeit lebende Graf von Ortenburg in Kärnthen, der Gemahl der Uta, Erbtochter des oben genannten Pfalzgrafen Ulrich", d. i. des obenerwähnten Vetters des Pfalzgrafen Rapotho. Engelbert habe mit dieser ausser den beträchtlichen Stammgütern seines Schwiegervaters auch noch die Pfalzgrafschaft erhalten, wahrscheinlich mit Widerspruch der Grafen von Scheyern, welche ihre alten Ansprüche auf diese Würde erneuten. Kaiser Heinrich V. habe endlich den standhaften Bitten Otto's (IV.) nachgegeben, und zwischen ihm und Engelbert

1) Sie erschien zuerst auszugsweise in dem Berichte über die Arbeiten der k. b. Akademie der Wissenschaften vom Juli bis September 1825. München bei Zängl 1825, in 4⁰. S. 318; dann in seiner Geschichte von Bayern. Viertes Buch. München 1826. 8⁰, S. 277 ff. als Beilage zu den §§. 23 und 28.

einen Vergleich gestiftet, dem letzteren die Markgrafschaft Istrien, dem Grafen Otto von Wittelsbach dagegen die Pfalzgrafschaft verliehen. Höchst wahrscheinlich sei dieser Gegenstand auf dem Reichstage zu Regensburg zu Anfang des Jahres 1110 erledigt worden."

Dass dieser Engelbert von Ortenburg, Gemahl der Uta, mit dem Pfalzgrafen Engelbert nicht für eine und dieselbe Person zu halten sei, behauptete schon Huschberg in seiner Geschichte des Gesammthauses Ortenburg [S. 15 Note 2] irrte aber zugleich darin, dass er angab, es werde sonst nirgends eines Engelberts als Pfalzgrafen gedacht. Die Verschiedenheit beider erhellt jedoch aus deren Todestagen, indem Engelbert, aus dem Hause Ortenburg, an einem 13. April starb [S. ältester Necrolog des Kl. Seeon in den Mon. Boic. II. S. 159: „Id. Aprilis. Engelbertus dux monachus nostre congregationis; predium dedit." — wo auch gleich darauf der Todestag seiner Gattin Uta zum 16. April verzeichnet ist: XVI. Kal. Maii. Outa ductrix; predium dedit."] während der Pfalzgraf Engelbert an einem 13. Dez. aus dem Leben schied, worauf wir später zurückkommen werden.

Zu der bisher einzig im Auge gehabten Stelle über den Pfalzgrafen Engelbert kömmt noch die undatirte Aufzeichnung in dem Traditions-Codex des Klosters Michaelbeuern, dass der Pfalzgraf Engilbert eine Hörige an dieses Kloster geschenkt habe. (M. Filz Geschichte des salzburg. Benediktiner Klosters Michelbeuern Salzburg 1833. 8. Th. II. S. 695. Nr. LVI.)

Wichtiger ist die Bulle des Pabstes Calixt II. vom 27. März 1122, worin er das Skt. Salvator-Kloster in Millstadt, in der Diöcese Salzburg, in den unmittelbaren Schutz des päbstlichen Stuhles nimmt, und dieses mit den Worten begründet: „comperimus nobilem virum Engelbertum palatinum comitem S. Salvatoris monasterium a suis parentibus edificatum . . . cum omnibus appenditiis suis beato Petro

eiusque Romane ecclesie sub annuo censu unius aurei obtulisse . . .“ „Datum Laterani VI. Kal. Aprilis, Ind. XV., MCXXIII, pontificatus anno IV.“ — [Indiction und Pontifical-Jahr weisen auf 1122. Das angegebene Jahr 1123 der Urkunde ist nach der pisanischen Zeitrechnung, deren sich Calixt II. hin und wieder bediente. — Die Urkunde abgedruckt in Hormayrs Archiv 1820. S. 329 Nr. CII.].

Den Todestag des Pfalzgrafen Engelbert enthält das Admonter Necrologium zum 13. Dezember eines unbekannten Jahres [S. Pez. Script. Rer. Austr. II. pag. 209] „Idus [Decembr.] Heinricus ex duce monachus. — Diemuot abbatissa. — Engilbert palatinus comes. — Engilscalchus prepositus Frisingensis“. — Sind diese unter gleichem Datum aufgeführten Personen, wie anzunehmen ist, nach ihren Sterbjahren chronologisch eingereiht, ergiebt sich für den Pfalzgrafen Engelbert eine ziemlich späte Todeszeit. Denn der Heinricus ex duce monachus ist, wie aus dem Necrolog. Weingart. bei Hess Mon. Guelf. 156 und aus dem Necrol. Zwifalt. daselbst 251 hervorgeht, Heinrich der Schwarze, Herzog von Bayern, welcher den 13. Dez. 1126 zu Ravensburg starb. Die im Admonter Necrologium nach ihm aufgeführte Diemuot abbatissa ist die Vorsteherin des Skt. Erntrud-Klosters auf dem Nonnberge zu Salzburg, welche nach Dr. v. Meillers Angabe in seinen jüngst ausgegebenen Regesten zur Geschichte der Salzburger Erzbischöfe (Wien 1866 in 4° S. 408) im Jahre 1135 verschied.

In einer undatirten Aufzeichnung über einen Tausch zwischen dem Erzbischofe Konrad I. von Salzburg und dem Abte von Millstadt [abgedruckt in Hormayrs Archiv f. Gesch. 1820 S. 304 Nr. 21], welche von Ankershofen im Archive für Kunde österr. Geschichtsquellen 3. Jahrgang 2. Bd. S. 215 und von Meiller in seinen Regesten der Salzb. Erzbisch. S. 33 Nr. 181 zum Jahre 1137 ansetzen, wird auch comes Engilbertus als Vogt der Abtei Millstadt

und mithandelnde Person aufgeführt. Wahrscheinlich ist er identisch mit dem Pfalzgrafen Engelbert, bestimmt aber verschieden von dem Ortenburger Engelbert, da schon dessen Sohn Engelbertus (III.) marchio die Reihe der Zeugen dieser Verhandlung eröffnet.

Nun entsteht die Frage: welchem Geschlechte gehört denn dieser Pfalzgraf Engelbert an?

Die oben angezogene Bulle des Papstes Calixt. II. vom 27. März 1122 giebt an, die Abtei Millstadt sei von den Voreltern [a parentibus] des Pfalzgrafen Engelbert erbaut worden, wonach sich also dieser als ein Nachkomme des Pfalzgrafen Aribo und dessen Bruders Botho herausstellt. Ersterer war der eigentliche Stifter dieses Klosters, das auch sein Bruder Botho, wie sich aus der Bulle des Papstes Alexander III. vom 6. April 1177 ergiebt, in und um Reichenhall reichlich beschenkt hatte (S. Jaffé Reg. Pont. S. 770 Nr. 8472 und von Ankershofen im Archive für Kunde österr. Gesch., XI. S. 312.) Aribo hatte seine pfalzgräfliche Würde im Jahre 1054 verloren und starb erst im Jahre 1102 den 18. März hochbetagt ohne Nachkommen. [Das Jahr giebt Ekkehardi chronicon universale in Mon. Germ. SS. VI. 224, den Tag das Necrolog. Seon. in den Mon. Boic. II. 159 und Necrol. Millstat. bei Scholliner im Additamento ad Dissertat. Gen. de Weissenoen. monast. fundat. p. 6.] Botho erreichte gleichfalls ein ungemein hohes Alter und starb am 1. März des Jahres 1104 [S. Ekkehardi Chron. ad. h. ann. in Mon. Germ. SS. VI. S. 225 und Necrolog. Millstat. bei Scholliner im oben angeführten Additament. pag. 6].

Aribo hatte also seine Nachfolger in der Pfalzgrafenwürde überlebt, und damit mag die Hoffnung auf die Wiedererlangung derselben für sein Haus aufgetaucht sein. Wenige Jahre nach seinem und seines Bruders Botho Tode finden wir nun wirklich in dem erwähnten Engelbert einen Prätendenten aus seinem Hause, denn von diesem heisst es

in den Bullen des Papstes Calixt II., und Alexanders III., dass dessen Ahnen (parentes) — das Kloster Millstat gestiftet und unter andern mit Gütern in Reichenhall ausgestattet hatten.

Die Heimat des Pfalzgrafen Engelbert ist daher in Bayern, im ehemaligen Chiemgaue zu suchen, welchem Aribo und Botho entstammten.

Nun führt Muchar in seiner Geschichte des Herzogthums Steyermark, Bd. IV. S. 360 aus einer Urkunde des Klosters Admont an, deren Datum er jedoch nicht mittheilt, „Graf Engelbert von Wasserburg und Lintburg insgemein der Hall-Graf [i. e. von Reichenhall] oder Salzgraf genannt, Stiftsvogt von Admont, habe dem frommen Abte Wolvold von Admont [† 2. Nov. 1138, oder nach v. Meillers Auszügen aus bisher ungedruckten Necrologien. Wien 1858. 8°. S. 91 : † 1137] das oberhalb Wasserburg am Innflusse in Bayern gelegene Stift Attl mit allen ansehnlichen Besitzungen und Kirchen übergeben, auf das daselbst eine Colonie admontischer Stiftspriester und Brüder eingeführt werde, und der Benediktiner-Orden nach Regel und Sitte, wie in Admont selbst, erblühe [2]).

Damit wäre, scheint es, die Person des pfalzgräflichen Prätendenten Engelbert, und zugleich die Veranlassung ermittelt, warum seiner in dem Admonter Necrologium gedacht wird [3]).

---

2) Die Annales Admuntenses bei Pertz Mon. Germ. Script. IX. 578 (früher als Chronicon monasterii admontensis bei Pez Script. Rer. Austr. II., S. 186), welche beim Jahre 1137 den Tod und die Verdienste des Abtes Wolvold besprechen, schweigen gänzlich über diese für Admont gewiss höchst wichtige Thatsache, worüber auch die Urkunden des Klosters Attl selber gar keinen Aufschluss geben.

3) Gebhardi Geneal. Gesch. der Reichsstände Bd. III. S. 606 Note b. hält es für wahrscheinlicher, dass der Engelbertus palatinus comes der Graf Engelbrecht von Görz sei, weil dieser Admont beschenkt hat.

Da Aribo, wie erwähnt, ohne Nachkommen, Botho aber in seiner Ehe mit Judith aus dem schweinfurtischen Hause nur eine an Kuno von Horburg verehlichte Tochter Adelheid hinterliess, muss der Hallgraf Engelbert einer Nebenlinie des chiemgauischen Grafenhauses entsprossen gewesen sein, und deshalb nach dem Absterben seiner beiden Verwandten auch auf die einst von ihrer Familie innegehabte pfalzgräfliche Würde Anspruch gemacht haben. Diese mussten von dem Kaiser nicht ganz unberücksichtigt geblieben sein, und erst, nachdem sich Otto wesentlich um den Kaiser verdient gemacht hatte, gelang es ihm, diesen zu der Uebertragung der pfalzgräflichen Würde auf ihn zu zu vermögen. Dieses geschah jedoch erst um das Jahr 1120. Vor diesem Zeitpunkte wird Otto in keiner Urkunde, welche hier allein entscheidend sind, mit dem pfalzgräflichen Prädikate beehrt. Nur spätere Chronisten legen ihm vor wirklicher Erlangung der Pfalzgrafschaft den Namen hievon bei. Hätte jedoch Otto schon im Jahre 1110 diese Würde erlangt gehabt, würde der K. Heinrich V., als er am 1. Nov. 1115 ihm das erste Zeichen seiner Gnade zu erkennen gab, und unter ausdrücklicher Hervorhebung seiner treuen Dienste das Allodium Wilenbach verlieh, gewiss nicht unterlassen haben in der darüber ausgefertigten Urkunde ihn bei seinem Amtstitel zu benennen, statt ihn einfach als seinen „Getreuen“ (Ottoni de Witilinesbac, nostro fideli) zu bezeichnen [Mon. Boic. XXIV. 9.].

Ebensowenig wird dem Grafen Otto der pfalzgräfliche Amtstitel gegeben, in einer Tradition vom 13. Juli 1116, worin es nur heisst: quod comes Otto de Witelinesbahc consentiente uxore eius Heilica et sorore eius Heilwiga Schankungen von Leibeigenen ad altare S. Petri apostoli Babenberg gemacht habe. „Traditio hec facta est III. Idus Julii, in festivitate sancte Margarete uirginis anno ab in-

carnatione domini millesimo centesimo XVI." [Oesterreicher Denkwürdigkeiten zur fränk. Geschichte IV. 32].

Erst um das Jahr 1120 hatte Otto, wie erwähnt, die pfalzgräfliche Würde erlangt.

Die erste Kunde hievon giebt die zwar nur mit dem Tage 25. Juni (VII. Kal. Julii) versehene, aber bestimmt in das Jahr 1120 fallende Bulle[4]), worin Calixt II. den Pfalzgrafen Otto beauftragt (illustri viro Ottoni comiti palatino iungit) zur Sühne seiner Sünden ein Kloster für regulirte Chorherren zu erbauen.

Die erste kaiserliche Urkunde, in welcher Otto als Pfalzgraf genannt wird, ist der Schankungsbrief K. Heinrichs V. für das Hochstift Bamberg, zu Regensburg am 25. März 1121 ausgestellt (Mon. Boic. 29a S. 231). Merkwürdig bleibt dabei der Umstand, dass der neue Pfalzgraf Otto hier in der Zeugenreihe den Grafen Berenger [von Sulzbach], Adalbert [von Bogen], Otto Burggrafen von Regensburg nachgestellt ist, und nur dem Vogte Friedrich [Grafen von Bogen] vorausgeht. Sollte hierin ein Anzeichen liegen, dass Engelbert seine Ansprüche noch nicht aufgegeben habe, [wie er denn wirklich in der Bulle Calixt's II.

---

4) Unter dieses Jahr stellten es sämmtliche bisherige Editionen, Hund's Metropol. III. 440, Mon. Boic. X. 233, dann Lang in den Reg. Boic. I. 118. Jaffé dagegen in den Reg. Pontif. Nr. 5092 setzt sie in das Jahr 1122, weil der darin erwähnte Azzo, Bischof von Aqui von dem Papste Calixt II. nach dessem Briefe an Heinrich V. vom 19. Februar 1122 damals nach Deutschland gesendet worden war. Die Anwesenheit Azzos, von welcher in Calixt's II. Bulle an den Pfalzgrafen die Rede ist, fällt aber in das Jahr 1120, in welchem er im Monate Juni nach Deutschland gieng. Auf dieser Reise begleitete ihn der Abt Egino von Skt. Ulrich und Afra zu Augsburg, welcher von Calixt an eben demselben 25. Juni eine Bulle für seine Abtei erhalten hatte, die von Jaffé Nr. 5009 zum 25. Juni 1120 angeführt wird.

für Millstadt noch comes palatinus genannt wird] und dass man desshalb in der kaiserlichen Kanzlei dem Otto von Wittelsbach zwar schon den pfalzgräflichen Titel, nicht aber auch den Rang einräumte?, welchen er nach Beseitigung aller Hindernisse fortan in den kaiserlichen Urkunden in der Reihe der Zeugen einnimmt.

Später wird ihm noch einmal der Graf Berengar von Sulzbach vorangesetzt (Urk. v. 1122 zw. Juli — August in Mon. Boic. 29a S. 242) aber in den darauf folgenden Urkunden des Jahres 1122, am 23. Sept. zu Worms, dann c. 11. Nov. zu Bamberg ausgestellt, und seitdem fortan nimmt er die ihm gebührende Stelle in der nach den Markgrafen folgenden Reihe der Pfalzgrafen ein.

Herr v. Löher las eine Abhandlung:

„Kaiser Sigmund und Herzog Philipp von Burgund."

Diese Abhandlung wird in das Jahrbuch aufgenommen werden.

Anhang zur Seite 141 der Abhandlung von Herrn C. Hofmann

„Ueber die Runeninschriften.“.

Aus den oben geführten Untersuchungen stellen wir nun folgende allgemeine Sätze der Runenlehre zusammen.

I. Es giebt zwei Runenalphabete, ein kürzeres nördliches und ein längeres südliches.

Das nördliche hatte ursprünglich 15 Zeichen, und wenn wir annehmen, dass das Final R sich erst später vom gewöhnlichen R geschieden hat, nur 14. Wir sind zu dieser Annahme durch die Wahrnehmung berechtigt, dass beide R in den ältesten Inschriften noch zuweilen verwechselt werden (so auf der Gorminschrift im Namen Haraltr).

In seiner Weiterentwicklung hat das nördliche Alphabet einen ganz anderen Weg eingeschlagen, als das südliche. Jenes hat die ursprünglichen Zeichen beibehalten und nur weiter differenzirt, hauptsächlich durch Zufügung von diakritischen Punkten (punctirte Runen), dieses dagegen, das südliche hat sich vermehrt durch Aufnahme neuer Buchstaben. Es hatte ursprünglich 21, dann 24, zuletzt 28 und mehr Zeichen. Der ersten Entwicklungsstufe gehören an die meisten alten Runensteine und Bracteaten, der zweiten die Alphabete von Charnay, Vadstena und Hrabanus Maurus, der dritten die angelsächsische Schrift, am besten repräsentirt durch die Alphabete des Runenlieds, des Themsemessers (neuer Fund, von Stephens veröffentlicht S. 362) und durch die Inschrift des Ruthwellkreuzes. Die Zeichen, welche das südliche Alphabet in seiner ersten Gestalt mehr hat, als das nordische, sind Zeichen des allgemeinen phönicisch-europäischen Alphabets, diejenigen dagegen, durch

welche es sich später erweiterte, sind willkürliche und neuerfundene.

II. Das nordische Alphabet tritt historisch viel später auf und bleibt viel länger im praktischen Gebrauche, als das südliche. Während dieses im 8. Jahrhundert schon seine letzte Entwicklungsstufe erreicht hatte, später nur noch als gelehrte Spielerei gebraucht wurde, und seine wirkliche praktische Anwendung in den vorausgehenden Jahrhunderten, vom 8. aufwärts gefunden hatte, erscheint das nördliche etwa seit dem 9. Jahrhunderte (die ältesten nördlichen Inschriften sollen ihm angehören), ist aber noch im 15. Jahrhunderte in voller Anwendung. So erscheinen z. B. zwei Inschriften auf der Insel Gottland mit dem Datum 1449 (Liliegren Nr. 1763 und Nr. 1764), von denen die eine auf ein bekanntes historisches Ereigniss hinweist und sogar schon die Kanonen kennt. Sie lautet:

Diesen Stein hier liess Frau Ruthwi machen ihrem Ehmanne Jakob in Managardum, welcher todt geschossen wurde mit einem Büchsenstein aus Visburh (bei Wisby auf Gottland) als König Erik belagert ward in dem vorgenannten Schloss (von König Karl Knutsson). Und da waren vergangen nach Gottes Geburt 1400 Jahre und ein Jahr weniger als 50. Bitten wir, dass Gott seiner Seele gnädig sei und allen Christenseelen. Amen. Nr. 1912 ist sogar vom Jahre 1468, gleichfalls auf Gottland.

Dem entsprechend ist die Anzahl der nördlichen Runeninschriften eine ungeheure, wohl an 3000 (die weitaus meisten in Schweden), die der südlichen verhältnissmässig sehr gering.

III. Die nördliche Schrift gehört den eigentlichen Nordgermanen an, Schweden und Norwegern. Die Dänen nehmen an ihr Theil, wie es scheint, nach dem Verhältnisse, in welchem nordische und gautische Elemente im dänischen Stamme sich mischen. Bei den Dänen sind demnach Runen-

schriften beider Gattungen zu erwarten, die älteren im südlichen, die jüngeren im nördlichen Alphabet.

Das längere Runenalphabet gehört den gautischen oder mittelgermanischen Völkern, wie Munch (I. 87) sie passend nennt, und den südgermanischen an. Auf den Blekinger Inschriften erscheint die älteste nordgermanische (oder, wenn wir Munchs Bezeichnung gebrauchen, mittelgermanische) Sprache mit dem südlichen Alphabet, aber unter Einfluss des nördlichen, geschrieben, wie H (= H und G) und das Final R zeigt. Es ist ferner anzunehmen, dass die gautische Sprache ein Mittelglied zwischen Nord- und Südgermanischem war, in der Art, dass das Ostgautische jenem, das Westgautische diesem näher stund.

Die Verbreitungszone der gautischen Runenschrift wird wahrscheinlch mit der Verbreitungszone der älteren Eisenzeit, welche den Gauten angehört, zusammenfallen. Vergleicht man die geographische Zusammenstellung dieser Periode, wie sie Hildebrand a. a. O. S. 74 ff. gegeben hat, mit den Fundorten der älteren Runenschriften (bei Stephens), so zeigen sich gautische Runen in der Mehrzahl der Gegenden, wo gautische Alterthümer vorkommen, nämlich in Schonen, Bleking, Ostgothland, Insel Gottland, Södermanland, Uppland, Vermland, Bohuslän. Diese Zahl wird sich wohl noch vermehren lassen.

Der Gebrauch des längeren Alphabets muss natürlich mit der Unterwerfung der gautischen Gegenden durch die Schweden aufgehört haben. Die Masse der späteren Inschriften in den gautischen Gegenden zeigt überall das nördliche Alphabet. In den südgermanischen Ländern verschwand das Runenalphabet eben so nothwendig mit der Einführung des Christenthums und der lateinischen (bei den Gothen der griechischen) Schrift, und so ist es denn ganz erklärlich, dass das südliche Alphabet historisch da aufhört oder schon aufgehört hat, wo das nördliche erst anfängt. Von

höchstem Interesse ist in dieser Beziehung der Stein von Rök in Ostgothland, den Stephens S. 228 zum erstenmal vollständig mittheilt. Er enthält die längste bis jetzt bekannte Runenschrift, ungefähr 760 Buchstaben. Hier stehen nun beide Schriftgattungen nebeneinander, die Hauptmasse in nördlichen, drei abgesonderte Zeilen in südlichen Runen. Man sieht da klar vor Augen, wie die gautische Schrift vor der schwedischen verschwindet, diese nimmt 26 Zeilen ein, jene drei. Leider ist das hochwichtige Denkmal noch nicht mit Sicherheit entziffert.

Beim Schlusse dieser Arbeit erhielt ich die letzte Lieferung von Dr. Lindenschmit's Alterthümern, wo die Nordendorfer Runen mit Dietrichs Lesung und Erklärung mitgetheilt sind. Lindenschmits jetzige Abbildung unterscheidet sich von seiner früheren (die ich durch gütige Vermittlung des Hrn. Collega Prof. Christ erhielt) in einem einzigen, aber entscheidend wichtigen Runenzeichen, weshalb ich auf der Schrifttafel unter B diese Stelle mittheile. Eine Photographie, die ich durch Vermittlung unseres Hrn. Classensecretärs von Hrn. Archivar Dr. Herberger erhielt, ist leider nicht so deutlich, dass sie das Original ersetzen könnte, dessen Sendung nach München der Akademie abgeschlagen wurde. Dietrich liest: lona thiore Vodan vinuth lonath. athal oder abal Leubvinis = mit theurem Lohne lohnet Vodan Freundschaft. Besitz? oder etwa Arbeit des Leubvini. Man sieht aus der Vergleichung, dass der zweite Buchstabe des Eigennamens kein N, sondern ein TH mit einem kleinen schiefen Striche oben rechts ist, gerade so,, wie der fünfte Buchstab in der ersten Zeile der anderen Schrift. Ich sehe diess auf meiner Photographie ebenfalls ganz deutlich. Das Wort heisst also ATHÀLEUB (nicht ANALEUB), und der kleine Strich oben wahrscheinlich das diakritische Zeichen, welches die sonst fast identischen Runen Th und V scheidet. Ein ähnliches (<) fand sich über V auf der Inschrift des goldnen Hornes (vgl. Ann. f. N. O. 1855 S. 369). So wenig diess ein wirkliches k (obwohl das Zeichen des k) ist, so wenig kann das schiefe Strichlein über Th ein I sein. Wenn es aber ein I sein soll, dann muss es das in beiden Fällen sein. Dietrich aber liest einmal thiore, das anderemal atha(l) oder aba(l). Er liest ferner beide G in loga und vigu, als N, wiewohl ihre beiden Striche zur Grundlinie in einem schiefen Winkel stehen und bis an die obere Schrift-

linie reichen, (was eben das Wesen des G ist), während das N unter einem rechten Winkel auf der Grundlinie steht und der kleine Queerstrich die obere Linie nicht erreicht. Er nimmt ferner an, dass der Schreiber das l in athal ausgelassen und nicht ergänzt, in lonath ausgelassen und ergänzt habe. Nach vini liest er ein S von folgender Form ᛋ, während er in seiner Abhandlung über die Bracteaten (Zeitschrift XIII, 104) erklärt, dass es nicht vorkommt. Auf dem Bracteaten von Vadstena steht nicht ᛋ sondern ᛋ (vgl. Stephens S. 99). Endlich ist das l links über dem o in thonar zwar sehr deutlich, aber ich bemerke in der Photographie, dass es durch einen geraden horizontalen Strich von o getrennt ist, also nicht dazu gehört, wenn dieser Strich nicht zufällig ist, was sich ohne Autopsie nicht entscheiden lässt. Ich halte das l für den Anfang eines anderen Buchstabs, den der Schreiber nicht weiter ausführte. Nimmt man z. B. die Länge des Wortes Athaleubvini mit dem Zirkel, setzt ihn dann bei diesem l an, so zeigt sich, dass dieser Theil der Inschrift, wenn l der Anfang des a war, ganz genau in der Mitte der Spange zu stehen gekommen wäre. Das Zeichen zwischen den beiden Theilen der Inschrift halte ich für ein Trennungszeichen. Somit muss ich Dietrichs Lesung widersprechen, und natürlich auch seiner Deutung. Thiore, was er mit theuer übersetzt, heisst dürr und kömmt in der Essener Heberolle vor, thiores holtes (dürres Holzes), und wenn auch Schmeller in seinem Glossar zum Heliand vorsichtigst, wie er pflegte, aridi sicci mit einem ? versieht und diur in Klammern setzt, so ist das ein ganz analoger Fall wie mit muillen (müllen) im Georgsleich, vgl. Haupt z. V. 38, Müllenh. Scherer DM. S. 303, d. h. i kann in thiori den Umlaut andeuten. Und warum sollte der Runenschreiber den Vocal in hier mit io, in Athaleub mit eu wiedergeben, warum fälschlich th setzen, während er das richtige d hat und in Vodan braucht?

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

zur Vorfeier des Allerhöchsten Geburts- und Namensfestes Sr. Majestät des Königs Ludwig II.

am 25. Juli 1866.

Der Vorstand der k. Akademie der Wissenschaften, Herr Baron v. Liebig eröffnete die Sitzung mit einem Vortrag über

„Die Entwickelung der Ideen in der Naturwissenschaft".

Hierauf proclamirten die Herren Classen-Secretäre folgende Neuwahlen, welche von Sr. Majestät dem Könige bestätigt worden.

1. Philosophisch-philologische Classe.

A. Als ausserordentliches Mitglied:

Dr. Joseph Lauth, Gymnasialprofessor in München.

B. Als auswärtige Mitglieder:

1) Karl Ludwig Urlichs, Professor an der Universität Würzburg.

2) Joen Sigurdsson, Archivar und Bibliothekar in Island.

3) Gottfried Semper, Professor der Baukunst am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

4) Dr. Martin Haug in Reutlingen.

2. Mathematisch-physikalische Classe:

A. Als auswärtiges Mitglied:

Otto Struve, kais. russischer Staatsrath und Direktor der Central-Sternwarte in Pulkowa.

B. Als correspondirende Mitglieder:

1) Peter von Tchihatsheff in Paris, ehemaliger Attaché der kaiserl. russischen Gesandtschaft in Constantinopel.

2) Dr. Eugen Freiherr von Gorup-Besanez, Universitäts-Professor in Erlangen.

3) Dr. Franz Ritter von Hauer, k. k. Bergrath und 2. Dirigent der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien.

4) Dr. Wilhelm Schimper, Professor in Strassburg.

5) Dr. Oswald Heer, Professor an der Universität und am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

6) Ferdinand Jakob Heinrich Müller, Direktor des botanischen Gartens in Melbourne.

3. Historische Classe.

Als correspondirende Mitglieder:

1) Dr. Theodor Sickel, k. k. Universitäts-Professor in Wien.

2) Dr. Wilhelm Kampschulte, Universitäts-Professor zu Bonn.

3) Dr. Karl Friedrich Stumpf, Professor der Geschichte an der Universität Innsbruck.

4) Dr. Johann Baptist Schwab, qu. Professor in Würzburg.

Die Festrede hielt Herr Bauernfeind, ausserordentl. Mitglied der math.-phys. Classe, über

„Die Bedeutung moderner Gradmessung“.

Die Reden des Herrn Baron v. Liebig und des Herrn Bauernfeind sind im Verlage der Akademie erschienen.

Einsendungen von Druckschriften.

Vom historischen Verein von und für Oberbayern in München:

a) Archiv für vaterländische Geschichte. 26. Band. 2. und 3. Heft. 1866. 8.

b) 27. Jahresbericht für das Jahr 1864. 1866. 8.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. 18. Band. 1. und 2. Heft. November, Dezember 1865 bis April 1866. 8.

Vom landwirthschaftlichen Verein in München:

Zeitschrift. August 8. September 9. Oktober 10. 1866. 8.

Von der k. preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin:

Zeitschrift. April. Mai. 1866. 8.

Von der pfälzischen Gesellschaft für Pharmacie in Speyer:

Neues Jahrbuch. Band 26. Heft 1. 2. 3. Juli. August. September. 1865. 8.

Von der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

Würzburger medicinische Zeitschrift. 7. Band. 1. und 2. Heft 1866. 8.

Vom Gewerbeverein, der naturforschenden Gesellschaft und dem bienenwirthschaftlichen Verein zu Altenburg:

Mittheilungen aus dem Osterlande. 17. Bd. 1. und 2. Hft. 1865. 3. und 4. Heft 1866 mit den Statuten des Gewerbevereines. 1865. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg:

Siebenter Bericht. Für die Jahre 1862—64. 1864. 8.

Von der k. sächsischen Bergakademie in Freiburg:

Festschrift zum 100jährigen Jubiläum der k. Bergakademie zu Freiburg am 30. Juli 1866. Dresden 1866. 8.

Von der deutschen morgenländischen Gesellschaft in Leipzig:

a) Zeitschrift. 20. Bd. 2. und 3. Hft. 1866. 8.
b) Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes. 4. Bd. Nr. 4. Die Grabschrift des sidonischen Königs Eschmun-Ezer. 1866. 8.

Vom k. sächsischen Verein für Erforschung und Erhaltung vaterländischer Geschichts- und Kunstdenkmale in Dresden:

Mittheilungen. 15. 16. Heft. 1866. 8.

Vom historischen Verein für das Grossherzogthum Hessen in Darmstadt:

a) Archiv für hessische Geschichte und Alterthumskunde. 11. Band. 2. Heft. 1866. 8.
b) Die Wüstungen im Grossherzogthum Hessen. Von G. M. J. Wagner (Provinz Rheinhessen). 1865. 8.

Vom historischen Verein für Niederbayern in Landshut:

Verhandlungen. 12. Bd. 1. Hft. 1866. 8.

Vom Verein von Alterthumsfreunden im Rheinlande in Bonn:

Jahrbücher. Hft. 37. 38. 39. und 40. 1866. 8.

Von der Schlesw.-Holstein Lauenburgischen Gesellschaft für vaterländische Geschichte in Kiel:

Jahrbücher für die Landeskunde der Herzogthümer Schleswig, Holstein und Lauenburg. Bd. 9. Hft. 1. 1866. 8.

Von der Universität in Heidelberg:

Jahrbücher der Literatur. 59. Jahrg. 4. 5. 6. 7. Heft. April, Mai, Juni, Juli. 1866. 8.

Von der zoolog. Gesellschaft (Dr. F. C. Noll) in Frankfurt a. M.:

Der zoologische Garten. Zeitschrift für Beobachtung, Pflege und Zucht der Thiere, 7. Jahrg. 1866. Nr. 1—6. Januar — Juni. 8.

Von der Redaktion des Correspondenzblättes für die Gelehrten und Realschulen in Stuttgart:

Correspondenzblatt Nr. 7. 8. Juli 1866. 8.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. 22. Jahrgang. 12. Band. 4. und 5. Heft 1866. 8.

Von der k. b. Thierarzneischule in München:

Thierärztliche Mittheilungen. 12. Hft. 1866. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:

Abhandlungen. 1. Bd. 1. Hft. 1866. 8.

Vom historischen Verein für das Wirtembergische Franken in Weinsberg:

Wirtembergisch Franken. Zeitschrift. 7. Bd. 1. Hft. 1865—67. 8.

Von dem historischen Verein für Niedersachsen in Hannover:

a) Zeitschrift. Jahrg. 1865. 1866. 8.
b) 29. Nachricht. 1866. 8.

Von der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur in Breslau:

a) Abhandlungen. Philosophisch-historische Abtheilung. 1866.
„ Abtheilung für Naturwissenschaften und Medizin. 1865. 66. 8.

b) 43. Jahresbericht 1865. 1866. 8.

Von der Gesellschaft für Erforschung der Denkmale der Vorzeit in Carlsruhe:

a) Denkmale der Kunst und Geschichte Badens. 1. Heft. Heidelberg 1865. 4.

b) Generalbericht der Direction des badischen Alterthumsvereins über Wirken und Gedeihen der Gesellschaft seit ihrer Gründung im Mai 1844 bis Mai 1858. 4.

Vom statistisch-topographischen Bureau in Stuttgart:

Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde, Jahrgang 1864. 1866. 8.

Von der Académie impériale des sciences in St. Peterburg:

a) Mémoires. Tome 9. Nr. 1—7.
„ 10. Nr. 1 und 2. 1865. 66. 4.

b) Bulletin. Tom. 3. Nr. 1—4. 1865. 66.

Von der Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte in Rotterdam:

Nieuwe Verhandelingen. 12. Deel. 2. 3. Stuk. 1865. 4,

Von der Académie royale des sciences de Belgique in Brüssel:

a) Bulletin. 35. année, 2. série tome 21 22. Nr. 6. 7. 8.
„ 34. „ 2. „ „ 20. 1865.
„ 35. „ 2. „ „ 21. 1866. 8.

b) Mémoires. Tom. 35. 1865. 4.

c) Mémoires couronnés et autres mémoires. 1866. 8.

d) Biographie nationale Tom. 1. 1. Partie. Lettre A. 1866. 8.
e) Cinquantiéme anniversaire de la reconstitution de l'académie (1816—1860) 1866. 8.
f) Annuaire 1866. Trente-deuxième Année. 8.

Vom Instituto historico geographico e ethnographico do Brasil in Rio de Janeiro:

Revista trimensal. Parte segunda 4. trimestre 1865. 8.

Von der Historical Society of Pennsylvania:

a) Memoirs. Vol. 1. Philadelphia 1864. 8.
b) Narrative of sufferings in rebel military prisons. Philadelphia. 1864. 8.

Von der Société d'Anthropologie in Paris:

Bulletins. Tom. 1. (2. Série) 1. 2. Fasc. Janvier—Mars 1866. 8.
„ „ 6. 4. Fasc. Juillet à Decembre 1865. 8.

Vom Istituto technico in Palermo:

Giornale di scienze naturali ed economiche. Vol. 2. Fasc. 1. 1866. 4.

Von der Royal Italian Commission in Turin:

Dublin international Exhibition 1865. Kingdom of Italy. Official catalogue illustrated with engravings. 2. Edition. 1865. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. 11. Jahrgang (Vereinsjahr 1864. 1865). 1866. 8.

Vom naturforschenden Verein in Riga:

a) Correspondenzblatt. 15. Jahrg. 1866. 8.
b) Arbeiten. Neue Folge. 1. Heft. 1865. 8.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus hebdomadaires des séances. Tom. 63. Nr. 1—13. Août-Septembre 1866. 4.

Vom Museo público de Buenos-Ayres:

Annales 1. 1864. 4.

Von der Natural History Society in Montreal:

The Canadian naturalist and geologist.
New Series Vol. 2. Nr. 5. October 1865.
„ „ „ 2. Nr. 6. November 1865. 8.

Von der Haagschen Genootschap tot Verdediging van de christelijke Godsdienst in Leiden:

Werken. Erste Deel. Tweede Stuk. 1866. 8.

Von der Geological Survey of India in Calcutta:

a) Mémoirs. Vol. 4. Part. 3.
„ 5. „ 1. 1865. 8.

b) Annual report. Ninth year 1864—65. 8.

c) Catalogue of the organic remains belonging to the echinodermata. 1865. 8.

d) Memoirs. Palaeontologia Indica. Being figures and descriptions of the organic remains procured during the progress of the geological survey of India. 3. 6—9. 4. 1. 4.

Von der Geological Society in London:

Quaterly Journal. Vol. 22. Part. 2. May 1. 1866. Nr. 86. 8.

Von der Chemical Society in London:

Journal. Ser. 2. Vol. 4. Nr. 40. 41. 42. April, May. June 1866. 8.

Von der Commission hydrométique et Commission des orages in Lyon:

Résumé des observations recueillies dans les bassins de la Saone, du Rhone et de quelques autres régions accompagné de notices diverses. 22. année 1865. 8.

Von der Universität in Upsala:

Upsala universitets arsskrift. 1865. 1866. 8.

Von der Asiatic Society of Bengal in Calcutta:

Proceedings. Nr. 1—11. January—Decbr. 1865.
Nr. 1. 2. 3. January, February, March 1866. 8.

Von der Société vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. Vol. 9. Nr. 54. 1866. 8.

Von der Entomological Society in London:

Transactions. 3e Séries. Vol. 5. Part. 3. 1866. 8.

Von der Société impériale d'agriculture d'histoire naturelle in Lyon:

Annales des sciences physiques et naturelles d'agriculture et d'industrie. 3. Série. Tom. 8. 1864. 1865. 8.

Von der Direction de la commission royale d'histoire in Brüssel:

Table chronologique des chartes et diplomes imprimés concernant l'histoire de la Belgique par Alphonse Wauters. Tom. 1. 1866. 4.

Vom Observatoire royal in Brüssel:

Annuaire 1865. 33e Année. 1865. 8.

Von der Académie royale de médecine de Belgique in Brüssel:

Bulletin. Deuxième Série. Tom. 9. Nr. 5. 6. 7. Année 1866. 8.

Von der Smithsonian Institution in Washington:

a) Annual Report of the board of regents showing the operations, expenditures and condition of the institution for the year 1864. 1865. 8.

b) Smithsonian contributions to knowledge. Cretaceous reptiles of the United States by Leidy. Philadelphia 1865. 4.

c) Twenty-first annual report of the board of trustees of the public schools of the City of Washington. 1866. 8.

Von der Staats-Ackerbau-Behörde in Ohio:

19. Jahresbericht, nebst einem Auszug der Verhandlungen der County Ackerbau-Gesellschaften an die General-Versammlung von Ohio für das Jahr 1864. 1865. 8.

Vom Naval Observatory in Washington:

Astronomical and meteorological observations during the year 1863. 1865. 8.

Von der Academy of naturales sciences in Washington:

Proceedings. Nr. 1—5. January—Decbr. 1865. Philadelphia 1865. 8.

Von der American oriental Society in New-Haven:

Journal. Vol. 1. Nr. 1—4. Vol. 2. Vol. 3. Nr. 1 und 2. Vol. 4. Nr. 1 und 2. Vol. 5. Nr. 1 und 2 und Vol. 6. 7. und 8. 1843—66. 8.

Von der National Academy of sciences in Cambridge:

a) Annual for 1863—65. 8.

b) Report for the year 1863. Washington 1864. 8.

c) Letter of the president transmitting the annual report of the operations of the national academie of sciences during the year 1864. 8.

Vom American Journal of science and arts in New-Haven:

a) American Journal. Nr. 118—123, Juli—Novbr. 1865. January—May 1866. 1865. 8.

b) Proceedings. Vol. 7. 1865. 8.

Von der Academy of science in St. Louis:

Transactions. Vol. 2. Nr. 2. 1866. 8.

Von der Academy of sciences in Chicago:

Proceedings. Vol. 1. 1865. 8.

Von der Society of natural history in Boston:

a) Proceedings. Vol. 10. Septbr. 1865 — April 1866. 8.

b) Annual reports of the custodian, treasurer, librarian and curators. May 1865. 8.

Vom Lyceum of natural history in New-York:

Annals. Vol. 8. May—Novbr. 1865. April 1866. Nr. 4, 5—10. 8.

Vom Bureau of navigation in Washington:

a) American Ephemeris and Nautical Almanac 1865. 1866. 1867. 8.

b) Almanac catalogue of zodiacal stars. 1864. 8.

c) Tables of Melpomene by Schubert. 1860. 4.

d) Tables of Mercury by J. Winlooch. 1864. 4.

e) Tables of Moon by B. Peirce. 1865. 4.

Von der Société des antiquaires de Picardie in Amiens:

Memoires. Tom. 5. 1865. 4.

Von der Société Linnéenne de Normandie in Caen:

Bulletin. 10. Volume. Année 1864. 65. 1866. 8.

Von der k. Natuurkundigen Vereeniging in Nederlandsch Indië in Batavia:

Natuurkundige Tijdschrift. Deel 28. 6. Serie. Deel. 3. Aflevering 4—6.
„ 29. 6. „ „ 4. „ 1.
1865. 8.

Vom Institut royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Meteorologisch Jaarbock 1. und 2. 1865. Waarnemingen in Nederland 1865. 1866. 4.

Vom Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti in Venedig:

a) Atti. Tomo undecimo, serie terza, dispensa 5. 6. 7. 8. 1865. 66. 8.

b) Memorie. Vol. 12. Part. 3. 1866. 4.

Von der Académie royale des sciences in Amsterdam:

a) Jaarbock vor 1865. 8.

b) Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling Natuurkunde. Tweede Raks. 1. Deel. 1866. 8.

c) Verslagen en Medeelingen. Afdeeling Letterkunde. Negende Deel. 1865. 8.

d) Processen-Verbaal vande Gewone vergaderingen. Afdeeling Natuurkunde. Von Jan. 1865 tot en met April 1866. 8.

e) Catalogus van de Bockeris. Deel 2. Stuk 1. 1866. 8.

f) Simplicii commentarius in 4. libros Aristotelis de caelo ex recensione Sim. Karstenii. 1865. 4.

Vom Herrn Theodor Gomperz in Leipzig:

Herkulanische Studien. 2. Hft. Philodem über Frömmigkeit. 1. Abthl. 1866. 8.

Vom Herrn Zenssch in Erfurt:

a) Studien über die Structur einiger krystallisirter Mineralien. 1865. 8.

b) Ueber amorphe Kieselerde vom specifischen Gewichte 2, 6. 1866. 8.

Vom Herrn M. Haidinger in Wien:

Physique du Globe. Mémoire sur les relations qui existent entre les étoiles filantes, les bolides et les essaims de météorites. Brüssel. 1866. 8.

Vom Herrn Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski z. Z. in München:

Results of a scientific mission to India and High Asia. Meteorology of India. Vol. 2. mit Atlas. Part. 4. London 1866. 4.

Vom Herrn Arthur Ferdinand Baron von Sass in St. Petersburg:

Untersuchungen über die Niveau-Verschiedenheit des Wasserspiegels der Ostsee. 1865. 8.

Vom Herrn Oskar Merten in Gand:

De la génération des systèmes philosophiques sur l'homme. Bruxelles. 1866. 8.

Vom Herrn S. C. Snellen vau Vollenhoven in Leiden:

Essai d'une faune entomologique de l'Archipel Indo Néerlandais. Première et seconde monographie: Familie des scutellérides et des piérides. La Haye. 1863. 65. 4.

Vom Herrn C. H. Th. Reinhold in Athen:

Hippocrates. Vol. 1. 1865. 8.

Vom Herrn Rudolph Wolf in Zürich:

Mittheilungen über die Sonnenflecken. 1.—20. 1856—66. 8.

Vom Herrn Otto Struve in St. Petersburg:

Uebersicht der Thätigkeit der Nikolai-Hauptsternwarte während der ersten 25 Jahre ihres Bestehens. 1865. 4.

Vom Herrn D. H. Gyldén in St. Petersburg:

Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. 1866. 4.

Vom Herrn W. Döllen in St. Petersburg:

Jahresbericht am 19. Mai 1865. Dem Comité der Nikolai-Hauptsternwarte abgestattet. 1865. 8.

Von den Herren W. Vischer, H. Schweizer, Sidler und Kiessling in Basel:

Neues Schweizerisches Museum. Zeitschrift für die humanistischen Studien und das Gymnasialwesen in der Schweiz. 6. Jahrgang. 1. Vierteljahrheft. 1866. 8.

Vom Herrn M. C. Friedel in Paris:

Sur l'adamine nouvelle espèce minérale. 8.

Von den Herren F. J. Pictet und A. Humbert in Genf:

Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du mont Libon. 1866. 8.

Vom Herrn C. Piazzi Smyth in Edinburgh:

A notice of recent measures ot the great pyramid and some deductions flowing therefrom. 1866. 4.

Vom Herrn Ad. Quetelet in Brüssel:

a) Phénomènes périodiques en géneral. 8.

b) Sciences mathématiques et physiques chez les Belges au commencement du 19e siècle. 1866. 8.

Vom Herrn M. Ernst Quetelet in Brüssel:

Sur l'état de l'atmosphère a Bruxelles, pendant l'année 1865. 1866. 8.

Vom Herrn Salvatore Fenicia da Ruvo in Neapel:

Libro duodecimo della politica. 1866. 8.

Vom Herrn M. Starton in Washington:

Report of Secretary of War 1865. Washington City 1865.

Vom Herrn D. T. Stoddard in New-Haven:

Grammar of the modern Syriac language as spoken in Oroomian, Persia and in Koordistan. 1855. 8.

Vom Herrn Ebenezer Burgess in Indien:

Translation of the Sûrga-Siddhânta, a textbook of Hindu astronomy; with notes and an appendix. New-Haven 1860. 8.

Vom Herrn A. G. Raaspati in Constantinopel:

Memoir on the language of the Gypsies as now used in the turkish empire. New-Haven 1861. 8.

Vom Herrn William D. Whitney in New-Haven:

Te Atharva-Veda Prâtiçâkhya or Çâunakîyâ Caturâdhyâyikâ: Text, translations and notes. 1862. 8.

Vom Herrn Wislizenus in New-Haven:

Atmospheric Electricity. 1865. 8.

Vom Herrn Thomas Bland in New-York:

a) Notes on certain terrestral Mollusca, with descriptions of new species 1865. 8.
b) Remarks on the origin and distribution of the operculated land shells sohich inhabit the continent of America and the West Indies. 1866. 8.

III. Björketorp A.

B.

IV. Sölvitsborg

VII.

	Björketorp	Sölvitsborg	Istaby	Gommor Eng
a				
b				
d				
e				
f				
g				
h				
i				
s				
t				
u				
r				

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Philosophisch-philologische Classe.
Sitzung vom 3. November 1866.

Herr Spengel hielt einen Vortrag:

„Ueber die Politik des Aristoteles als vierte Folge seiner aristotelischen Studien."

Die Classe genehmigte die Aufnahme dieser Abhandlung in die Denkschriften.

Der Classensecretär Herr M. J. Müller verlas eine Abhandlung des Herrn C. Hofmann

„Ueber Docens Abschrift des Muspilli."

Durch den vortrefflichen Katalog der hiesigen deutschen Handschriften, den auf Grundlage des kürzeren Schmeller'schen Herr Director Halm jüngst veröffentlicht hat, wurde ich auf das Vorhandensein der Docenschen Abschrift des

Muspilli aufmerksam Da dieses unschätzbare Keimelion unserer Hof- und Staatsbibliothek bekanntlich von Docen selbst durch Anwendung bräunender Reagentien so übel zugerichtet worden ist, dass ein grosser Theil davon jetzt gar nicht mehr oder nur mit äusserster Schwierigkeit gelesen werden kann, so war es von höchstem Interesse, zu erfahren, wie Docen gelesen hatte, als die Handschrift noch unbeschädigt war oder die Reagentien frisch wirkten. Aus der Abschrift zeigt sich nun wirklich ganz gut, wie der frühere Zustand der Handschrift war. Man unterscheidet die deutlichen und verwischten Stellen, und dass ich gleich auch die Hauptsache sage, man liest noch eine kleine Anzahl Wörter, die nach Docen keiner der vielen Leser des Muspilli mehr gefunden hat. Sobald ich diess erkannt hatte, war es meine Pflicht, Docens Lesung den Fachgenossen in diplomatisch genauem Abdrucke mitzutheilen. Ich thue diess hiemit, wobei ich nur zu bemerken habe, dass mein Abdruck seiner Zeilenabtheilung folgt, die mit der des Originals ebenso wenig, als mit der der Verse stimmt, dass die liegende Schrift über und in den Zeilen andeutet, was von ihm mit Bleistift eingetragen ist und dass ich einige mit Dinte geschriebene Conjekturen Docens am Schlusse der Abschrift mittheile, um die Zweideutigkeit zu vermeiden, als hätte er so im Texte gelesen. Diese Bemerkungen, folglich die Abschrift selbst, müssen ihrer Mangelhaftigkeit wegen aus einer frühen Zeit sein, auf keinen Fall sind sie jünger, als Mai 1817, denn ein beiliegender Brief von Jakob Grimm, datirt Cassel 2. Juni 1817 sagt, was nur auf Muspilli gehen kann:

„Auf Ihr entdecktes Bruchstück in Alliterationen bin ich höchst begierig, wie Sie denken können, lassen Sie es ja bald drucken, oder theilen Sie mir, wenn das nicht geschehen soll, näheres mit.“

Was Docens Lesung hauptsächlich Neues giebt, stelle ich am Schlusse kurz zusammen.

I. Seite.

scal
nite ac piqueme daz *er to* *ian sal* f. 61ª.
uuanta sar so sih diu sela in den sind arheuit
enti si den lihhamun likkan / azzit
v? ?
s quimit ein heri fona himil zungalon
daz andar fona pehhe dar pagant siu umpi,
u
sorgen mac diu sela unzi diu suona arget
za / uue‿deremo herie si gihalot uerde,
?
uuanta ipu sia daz satanazses kisindi kuuinnit
daz leitit sia sar, dar iru leid uuirdit
? (l. reht)
in fuir enti in finstri dazi ist ret uirinlih ding
die
Upi si a hauar hihalont die, dar fona himile quemant
enti si dero engilo eigan uuirdit di pringent (sia?) sar
uf‿in himilo rihi
| *ist* *lip ano tod*
dar i i f ı ¹ ipanoto | lihot ano finsti
st
un *ni* *t*
/ selida ano sorga *dar* l ı eo man siuh,
n
denne der man in paradisu pu kiuuinnit
iu ist durft?
hus in himile da quimit imo hilfa kinuok pid *ist durft?*
mihhil alero mano uuelihemo
(f. 119) daz in es sin muot kispane daz er kotes uuillun kerno tuo
enti hella fuir harto uuise,
pehhes pina dar piutit der satanaz altist heizzan lauc so mac huckan

o
(f. 120) za diu sorgen drato, der sih suntigen **uueiz.**
uue demo in uinstri scal sino
e
uirina stuen; prinnan in p hhe, daz ist rehto paluuic
dink, daz der man haret
ze gote enti imo hilfa ni' quimit

II.

uuanit sih kinada *diu* . . .
ni ist in kihuctin himiliskin gote
uuanta hiar in uuerolti after ni uuerkota;
So denne der mahtigo khuninc daz mhal kipannit
dara scal queman chunno kilihaz
denne ni kitar parno nohhein den pan furi sizzan
ni alero manno uelih ze demo mahale sculi
Dar scal er uuora demo rihc che az rahhu stantan
pi daz er in uuerolti *eo* kiuuerkota hapeta
l
Daz hort ih rahhon dia uuerot rehtuuison
daz sculi der antichristo mit eliase pagan
der uuar chist kiuuafanit
denne uurdit uuntar in uuik arhapan
e
kenfun sir so kreftic diu kora ist
euuigon
so mihhil Helias stritit pi den heuigon lip
uuiliden rehtkernon daz daz rihhi kistarkan
pidiu scal imo helfan der himiles kiuualtit
der antichristo stet pi demo altfiante
(s.)
stet pi demo satanase der inan farsenka*n* cal
ellit
uuerda piuallan
pidiu scal er in deruuc steti uuirt piualld

enti in domo sinde sigalos uuerdan
e
Do huuanit des uula gotmanno daz Hlias in demo
uuige aruuartit *artit*

III.

Z//*uog* *er* pluot in erda kitriufit
(S)o inprinnan die perga poum ni kistentit
enihc in erdu, aha artruknnet
muor uarsuuilhit sih suilizot lougiu
der himil mano uallit prinnit mittila gart
(l. einik?)
sten ni kistentit eikin erdu;
v
uerit denne stuatago in lant. uerit mit diuuuiruurho
, uuison
Dar ni mac denne mak andremo helfan
uora demo muspille
denne daz preita uuasal allazuarprinnit
|
enti uugr enti luftiz allaz arfurpit
dar
uuar ist denne diu marha dar man heo mit sinon ma-
gon piehc
? *?stet selida*
Diu marha ist farprunnan diu.sela stet pidungan
sa uerit? *is?*
niuiz mit uuiu puaze saieurit sizauuze, pidiu ist de-
manneso
guot denner ze demo mahale quimit daz er rahono
(h) |
ueliha retoarteile; Dene ni dar her sorgen dene er ze
deru
suonu qu/// it ni ueiz der uuenago man uuielihan
n
uurtil er habet

niar
denner mit den miaton mar *r* it dzreta; daz der tiuual dar pi kitarnit
stentit der hapet in ruouu rahono ueliha daz der man
er enti sia? *upiles?*
ere ' ' a sia lipiler
a?
kifrumita daz er iz allaz kisaget denne er ze deru suonu quimit; ni scolta sid
mannohhein miat ı n.

IV.

ti er diu mietun ////*l* g//// /az er /// *l* i p . .
intfahan?
sid ni scolta manno nohhein miatun so daz? hi
mahtigo?
milisco horn kilutit *uu*irdit enti sih der *fiant?*
send arheuit der dar *uue*nnan scal toten enti lepen *(ten)*
denne heuit sih mit imo herio meista daz ist allaz so pa
a?
daz imomo man kip gan ni mak. Denne uerit er ze de
mahal steti deru dar kimarchot ist dar uuirdit diu
uurent
?/ ? dia man dar hio sageta; Denne uuirdit engila uper
uurunt
marha uuechant deota uuissant ze dinge denne scal?
mano gilih fona deru moltu arsten lossan i sihar deru ler
o *raht?*
uazzon scal imo hauar sin lip piqueman daz er sin ////
allaz kirahhon muozzi enti imo after sinen tatin artei
lit uuerde Denne der gisizzit der dar suonnan scal
ni
Dem arteillan scal toten enti quekkhen Denne stet
dar umpi engilo menigi guotero gomono gari ist somih
rah
hil dara quimit ze deru rihtungu so uilo dia dar ze

furi
f//ow/ stent so dar manno nohhein uiht pimidan ni
der
mak
man
s/at scal denne hantsprehhan houpit sagen allero /
suntido?
/un·
Finger?
do uuelihc unzi in den luzigun uiger uaz er untar
desen manhuni mordes kifrumita Dar ni is heo so listic
hia uuiht *ni?* *i uuiht*
man der dar h///a uihit arliugan megi daz er kitar
o
nan megi tato dehheina nizal fora demo khuninge
kichundit uuerde uzzan er iz mit alamusanu furi
zzi
megi enti mit fastun div uurina kipuazci denne
ti?
h
der pa/c/. der gipuazzit apet, Denner ze dera suon
stete? . . uirdit denne furi kitragan daz frono chr*u*
ci dar der heligo christ ana arhangan uuard
denne augit er dio masun dio er in deru me
/ *a*
an fenc dio er duruh desse mancunnes mina fir

caetera desunt nämlich wie $\overline{X}$*s* die Guten und Bösen scheidet, beide anredet, ihr antworten. (sic)

Docen setzte folgende Conjecturen und Erklärungsversuche an den Rand:

Z. 31. rihter ze? ringe ze? Z. 34. antichrist do? Z. 67. Vom Untergang der Welt und dem jüngsten Gericht. Z. 72. kipergan. Z. 74. alla? Z. 79. uuizzi enti souna. Z. 96. kipuozota. Z. 94. nischeit (als Ergänzung von me). Eine längere Bemerkung bei Z. 81—82 ist so verwischt, dass ich sie nicht mehr herausbringe.

Z. 62 las Docen uurtil, wodurch die richtige Lesung dieser schwierigen Stelle wohl gesichert sein wird; denn uurtil kann nichts anderes sein, als uuartil = Wärtel, Aufseher. „Der Mensch weiss nicht, dass er den Teufel zum Aufpasser hat, wenn er nach Bestechung urtheilt" giebt einen trefflichen Sinn.

Z. 80. Nach Docens Lesung dem, deni kann man vermuthen, dass auch an dieser Stelle das Relativum derî gestanden habe.

Z. 81. gari ist so mihhil. Haupt las garust wie Schmeller. Die Stelle ist eine der schwierigsten, s. Müllenhoff und Scherer Denkmäler S. 258.

Z. 82—83. ze am Schlusse von Z. 82 ist deutlich, nicht so das erste Wort von Z. 83. Doch scheint es, man könnte leśen ze ruouu stent, was einen guten Sinn und den Stabreim auf rihtungu ergäbe. Der Ausdruck ze râuuon, ze dero râuuo ist von Graff aus N. mehrmals belegt II, 554.

Z. 86. manhuni scheint eher auf manchune hinauszugehen, als auf mannun; das i am Ende ist übrigens, mit Bleistift in e verwandelt. mancunnes Z. 106 und chunno Z. 36 sind beizuziehen wegen Ausfall des c. Fehlende Verdopplung des n darf im M. nicht auffallen.

Z. 89—90. Diess ist die merkwürdigste Stelle. furimegi ist nämlich nach dreimaliger Lesung vollkommen gesichert.

Erstens las Graff so. Sprachschatz II, 610 sagt er „uzzan' er iz alamusanu furmegi (meg ist undeutlich) Em. 33". Zweitens Schmeller, Germania III, 16, und nun auch Docen. Aber dieser las noch mehr und auch hierin wird er wieder von Graff bestätigt, der VI, 243 SUONSTETI aus Musp. 122ᵇ anführt. Lesen wir nun die Stelle im Zusammenhang. Voraus muss ich nur noch bemerken, dass Docen bei dem

zweiten Worte der 91. Zeile an den Rand den Stossseufzer geschrieben hat: grade ein so wichtiges Wort. Allein, da der vorhandene Theil doch wohl nur pald heissen kann, so liegt die Ergänzung paldêt auf der Hand. Der Zusammenhang ist also: Kein Mensch kann seine Uebelthaten beim jüngsten Gerichte verhehlen — ausser wenn

uzzan er iz mit alamusanu furimegi
enti mit *f*astun dia *u*irina kipuazti.
Denne der *p*aldêt der gi*p*uazzit hapêt,
denner ze dera suonsteti (quimit). d. h.

„ausser wenn er es mit Almosen abwendet und mit Fasten die Schuld gebüsst hat. Dann ist der frohen Muthes, der Busse gethan hat, wenn er zur Sühnstätte kömmt.“ Zwei dieser Verse sind ohne Stabreim, und alle vier widersprechen so sehr dem schwungvollen Style des Ganzen, dass ich sie nothwendig für das Einschiebsel eines frommen Klerikers, aber schlechten Dichters halten muss, so leid es mir auch thut, diese eben erst ans Licht gezogenen Verse auch sofort wieder aufzugeben. Aus formellen Gründen muss man wenigstens die zwei Verse streichen, die keinen Stabreim haben, wie denn aus gleichem Grunde wohl die verschiedenen Zeilen auszufallen haben, bei denen statt des Stabreims der Endreim eintritt, also folgende:

diu marha ist farprunnan,
diu sêla stêt pidungan —
denne varant engilâ
uper dio marhâ —
ni uueiz mit uuiu puoze;
sâr verit si za uuîze.

Beim dritten dieser Verse findet sich allerdings auch ein Stabreim; aber in fehlerhafter Stellung, wie sonst noch in allaz uar*p*rinnit, allaz ar*f*urpit, neoman *s*iuch, uuîssent ze *d*inge, bei welchen allen zu erwägen ist, ob sie zu emendiren oder zu den ausserordentlich seltenen Fällen zu rechnen

sind, wo der Hauptstab aus einem zwingenden äusseren Grunde nackt am Versschlusse steht. Die Erwähnung des Fastens und Almosengebens wäre natürlich allein noch kein Grund, diese Verse zu verdächtigen, vgl. Zarncke, über Muspilli (Berichte der phil. hist. Classe der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften 1866 S. 202), welcher höchst verdienstlichen Arbeit wir wohl die endliche entscheidende Lösung der Frage, was im Muspilli ausser dem Namen Heidnisches sei, zu danken haben werden.

Zu den Vorstellungen, die sich im Muspilli als christliche nachweisen lassen, gehört auch der Untergang des Antichrist durch Feuer in Vers 45; denn die bisherige Erklärung von varsenkan durch „versenken" scheint mir an dieser Stelle durchaus unstatthaft und das Wort vielmehr in dem Sinne von varsengan = versengen zu nehmen. Man vgl. was Zarncke am a. O. S. 223 aus den sibyllinischen Büchern anführt *καὶ Βελίαρ φλέξει* u. s. w. Wenigstens die Vorstellung, dass der Antichrist durch Feuer vernichtet wird, findet sich auch in einer isländischen Predigtsammlung aus dem 12. Jahrh., die zu den allerältesten isländischen Handschriften gehört und wohl bald von C.R. Unger vollständig herausgegeben wird (Stockholm, Königl. Bibl. Nr. 15 in Quart). Die betreffende Predigt über Enoc nnd Elias steht in Islendínga Sögur (von 1843) I. 386. Dort heisst es, nachdem der Antichrist den Enoc und Helias hat peinigen und tödten lassen, „dann währt es nicht lange, so schlägt Gott den Antichrist mit dem Blitze" (er thá oc scamt at bídha at guth lýstr anticrist meth eldíngo), welches auf Apokal. 20, 9 zurückgehen wird. In einem gleichalten isl. Predigtbruchstück (Gammel Norsk Homiliebog udg. af C. R. Unger,

Christ. 1864. Anhang II. S. 216) ist es dagegen der Erzengel Michael. Siá engell scal coma á enom efstom dagom ámót antacriste oc drepa hann meth elldíngo, oc fyrfara vellde hans thví es hann hafthe áthr ígegn goths vinom = Dieser Engel wird in den jüngsten Tagen wider den Antichrist kommen und ihn mit Blitz schlagen und seine Gewalt vertilgen, die er vorher gegen Gottes Freunde hatte.

Für diejenigen, welche nach moderner Weise jeden Zug der christlichen Eschatologie, sobald er nur irgendwo in einer germanischen Sprache aufgezeichnet ist, sofort aus der Edda zu erklären wissen, liegt natürlich auch hier die Deutung bei der Hand. „Gott Vater oder Michael ist an die Stelle des Thórr getreten, der Blitz ist ja der Mjölnir.“ Solchen Gläubigen möchte ich doch rathen, vorher u. a. das 31. Capitel des Bundehesch, namentlich folgende Stellen zu vergleichen: „Dann (bei der Feuerreinigung am Ende der gegenwärtigen Welt) werden zwei Drukhs, Ahriman und die Schlange bleiben . . . sie werden durch die Kraft der Lobgesänge geschlagen und hülflos und schwach gemacht. Auf jener Brücke des Himmels, auf welcher er herbeilief, wird er in die tiefste Finsterniss zurücklaufen. Die bössamige Schlange wird in dieser Metallschmelzung verbrennen. . . . . Diese Erde wird rein und eben sein.“ Erklärt sich das auch aus der Edda?

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 10. November 1866.

Herr v. Pettenkofer theilt mit:

„Ueber Kohlensäureausscheiduug und Sauerstoffaufnahme während des Wachens und Schlafens beim gesunden und kranken Menschen",

von ihm und Herrn Voit.

Die Fortsetzung unserer gemeinschaftlichen Untersuchungen über den gesammten Stoffwechsel führte Professor Voit und mich auf ein merkwürdiges Verhältniss zwischen Kohlensäureabgabe und Sauerstoffaufnahme beim Menschen während des Tages und der Nacht, oder eigentlich während des Zustandes des Wachens und des Schlafens. Die Methoden, nach denen Kohlensäure, Wasser, Wasserstoff und Kohlenwasserstoff mit meinem Respirationsapparate bestimmt werden, habe ich in früheren Abhandlungen mitgetheilt; was die Bestimmung des aufgenommenen Sauerstoffs anlangt, verweise ich auf meine Vorträge in den Klassensitzungen vom 10. Mai und 14. Juni 1862 [1]), ferner auf meinen Vortrag vom 14. Februar 1863 [2]). Nach der dort mitgetheilten Methode ruht meine Bestimmung des Sauerstoffs auf der Ermittlung sämmtlicher beim Stoffwechsel betheiligter Gewichtsverhältnisse mit Ausnahme des Sauerstoffes selbst, welcher sich ebenso wie bei der organischen Elementaranalyse aus dem Verluste ergiebt und durch Ermittlung des Körpergewichtes vor und nach dem Versuche und des Gewichtes der Nahrung und des Getränkes, dann der Ausscheidungen

---

1) Sitzungsberichte Jahrgang 1862 Bd. II S. 56 u. S. 88.

2) Ebendas. Jahrgang 1863 Bd. I. S. 152.

durch Darm und Nieren, sowie durch Haut und Lunge gefunden wird. Auf die Sauerstoffzahl fallen mithin alle Fehler, welche bei den einzelnen Wägungen und Bestimmungen gemacht werden. Ich will daher zunächst darüber Aufschluss geben, wie viel dieser Fehler überhaupt und höchstens betragen kann.

Die Brückenwage, auf welcher der Mensch, der dem Versuche sich unterzieht, gewogen wird, gestattet eine Ablesung bis zu 5 Grammen, dieser Fehler kann somit 10 Grammen betragen. Die flüssige und feste Nahrung, sowie Harn und Koth werden auf einer Wage gewogen, die bis auf 0,1 Gramm sichere Angaben macht, was also bei 10 Wägungen erst einen Fehler von 1 Gramm ausmacht, den man der Grösse gegenüber, um die es sich handelt, vernachlässigen kann. Wir haben nun noch die Fehler in Rechnung zu ziehen, welche man bei Bestimmung der gasförmigen Ausgaben des Körpers mit dem Respirationsapparate machen kann. Die Kohlensäure kommt bekanntlich sehr genau und ist der Fehler nach dem Ergebniss der Controlversuche mit Kerzen nicht höher als 10 Grammen in 24 Stunden anzunehmen. Das Wasser erhält man nach Ausweis der Controlversuche bei einer Ventilation von 300000 Litern in 24 Stunden bis auf etwa 30 Grammen sicher. Die Ausscheidungen von Wasserstoff und Grubengas sind beim Gesunden höchst unbedeutend, ihr Gewicht beträgt in der Regel nicht 10 Grammen, und man begeht somit, selbst wenn man sie vernachlässigt, nur einen solchen Gewichtsfehler. Nebst dem Körpergewichte muss auch als grosser hygroskopischer Körper das im Apparate befindliche Bett vor und nach dem Versuche gewogen werden. Da diess auf derselben Wage geschieht, auf welcher der Mensch gewogen wird, so kann man hiefür wieder einen Fehler von 10 Grammen rechnen. Nimmt man nun an, dass die verschiedenen

möglichen Fehler sich nicht theilweise compensiren, sondern dass sie alle auf ein und dieselbe Seite fallen, so hat man:

für Wägung des Menschen	. . . . .	10	Gramm
„ „ Bettes	. . . .	10	„
Bestimmung der Kohlensäure	. . .	10	„
„ des Wassers	. . . . .	30	„
„ des Wasserstoffs und des Kohlenwasserstoffs	. . .	10	„
zusammen		70	Gramm.

Da es sich nun bei diesen Versuchen um 700 Gramm und darüber Sauerstoff handelt, so hat man keinen grösseren Fehler als 10 Procent der ganzen Grösse zu befürchten, ja man darf mit aller Bestimmtheit annehmen, dass der Fehler durchschnittlich ein viel kleinerer sein wird, da die Unsicherheit herüber und hinüber fallen und sich gegenseitig theilweise compensiren wird; die bisherigen Versuche von Voit und mir weisen diese Annahme auch als richtig aus.

Der Maximalfehler bei meinem Apparate ist mithin nicht wesentlich grösser, als bei den Untersuchungen von Sczelkow und Ludwig über den Gasaustausch in verschiedenen Organen[3]), die sich auf die Bunsen'schen Methoden stützen und welche nach Ludwig[4]) einen Maximalfehler von $8\,^1/_2$ Procent im Sauerstoff veranlassen konnten.

Voit und ich untersuchten zunächst, wie viel ein kräftiger Arbeiter von 28 Jahren mit 60 Kilogr. Körpergewicht gegenüber einem Kranken, der an Diabetes mellitus leidet und mit dem wir uns schon seit einem Jahre beschäftigten, bei einer gewissen Kost Kohlensäure ausscheidet und Sauerstoff aufnimmt, und zugleich wollten wir den Unterschied im Gasaustausch zwischen Tag und Nacht, während Ruhe

3) Sitzungsbericht der mathemat. naturwissenschaftlichen Classe der k. k. Akademie in Wien 1862 Bd. 45 Abtheil. 2 S. 171.

4) Ebendas. S. 209.

und Arbeit kennen lernen. Der Respirationsapparat gestattet in seiner gegenwärtigen Einrichtung mit 4 Untersuchungspumpen leicht die Scheidung einer 24stündigen Untersuchung in zwei Zeithälften. Wir begannen den Versuch am 31. Juli 1866 Morgens 6 Uhr und beendigten ihn am 1. August Morgens 6 Uhr. Anfangs arbeiteten 4 Untersuchungspumpen, und es kamen dadurch 2 Proben der in den Apparat einströmenden und 2 Proben der daraus abströmenden Luft zur Untersuchung. Abends 6 Uhr wurden 2 Pumpen ausgeschaltet, der Mann gewogen etc. und die beiden anderen Pumpen arbeiteten die Nacht durch bis zu Ende des Versuches fort. Das Resultat der Untersuchung von Morgens bis Abends 6 Uhr (der Zeit des Tages) vom Gesammtresultat der 24 Stunden abgezogen, musste die Ausgabe und Einnahme während der übrigen 12 Stunden (der Zeit der Nacht) erkennen lassen. Eine erschöpfende Beschreibung der Versuche werden wir in der Zeitschrift für Biologie veröffentlichen, die Aufmerksamkeit der verehrlichen Classe erlaube ich mir nur mit einigen Resultaten in Anspruch zu nehmen, die mir von ganz besonderem Interesse scheinen.

Der Tag vom 31. Juli bis 1. August sollte für unsern Versuchsmann ein Tag der Ruhe sein. Der Mann genoss den Tag über mittlere Kost, die ihren Elementen nach genau bestimmt war, zu Zeiten, wie er auch sonst gewohnt war. Er beschäftigte sich den Tag über nur so viel, um sich der Langweile zu erwehren; theils las er Zeitungen und Erzählungen, theils beschäftigte er sich, da er Mechaniker und Uhrmacher ist, mit einer kleinen Uhr, die er mit in den Apparat genommen hatte, um sie zu zerlegen, vom Staube zu reinigen und wieder zusammenzusetzen. Abends 8 Uhr begab er sich zur Ruhe, und schlief vortrefflich bis Morgens 5 Uhr, wo er geweckt wurde. Sein Befinden während des Versuches war ein in jeder Beziehung normales. In der folgenden Tabelle bezeichne ich die Zeit von 6 Uhr Morgens bis

6 Uhr Abends mit Tag und die darauffolgende Zeit bis 6 Uhr Morgens mit Nacht. Die Zahlen für Kohlensäure, Wasser, Harnstoff und Sauerstoff sind Gramme. Die Zahl in der letzten Rubrik ist eine Verhältnisszahl, welche ausdrückt, wie viel Sauerstoff in der ausgeschiedenen Kohlensäure gegenüber 100 aus der Luft aufgenommenem Sauerstoff enthalten ist.

31. Juli 1866. Ruhetag.

Tageszeit.	Ausgeschiedene			Aufgenommener Sauerstoff.	Verhältniss-Zahl.
	Kohlensäure.	Wasser.	Harnstoff.		
Tag	532,9	344,4	21,7	234,6	175
Nacht	378,6	483,6	15,5	474,3	58
Zusammen	911,5	828,0	37,2	708,9	94

Am 3. August Morgens 6 Uhr trat derselbe Mann wieder in den Apparat ein, um 24 Stunden darin zu verweilen. Diessmal sollte es kein Ruhetag, sondern ein Arbeitstag für ihn sein. Er hatte ein Rad mit einer Kurbel zu treiben. Das Rad wurde mit so viel Gewicht belastet, bis der Widerstand in der Axe nach dem Gefühle des Arbeiters so gross war, wie er gewöhnlich bei Drehbänken in mechanischen Werkstätten ist, die durch ein von der Hand getriebenes Schwungrad bewegt werden. Hiefür war ein Gewicht von 25 Kilo nöthig, welches an einer Rolle in einer um das Rad gelegten Kette schwebend hieng. Der Mann machte mit Unterbrechungen für Ruhe und Mahlzeiten, wie sie bei Arbeitern gewöhnlich sind, am Tage 7323 Umdrehungen, und beendigte die Arbeit Abends 5½ Uhr. Er fühlte sich zu dieser Zeit ermüdet, wie nach einer anstrengenden Arbeit oder einem längeren Marsche. Die Kost war den Tag

über genau dieselbe, wie am 31. Juli, ebenso die Zeit, zu welcher er sie verzehrte. Er genoss nur etwa 600 Grammen mehr Wasser, welches man ihm an beiden Tagen nach Belieben trinken liess. Nach dem Abendessen begab er sich bald zur Ruhe, schlief bald ein, und erwachte erst Morgens nach 5 Uhr, wo er sich ganz wohl und wieder neu gestärkt fühlte.

3. August 1866. Arbeitstag.

Tageszeit.	Ausgeschiedene			Aufgenommener Sauerstoff.	Verhältniss-Zahl.
	Kohlensäure.	Wasser.	Harnstoff.		
Tag	884,6	1094,8	20,1	294,8	218
Nacht	399,6	947,3	16,9	659,7	44
Zusammen	1284,2	2042,1	37,0	954,5	98

Vergleicht man nun in diesen beiden Versuchen Tag und Nacht, Ruhe und Arbeit untereinander, so treten uns die merkwürdigsten Verhältnisse entgegen. Beim Ruheversuch findet man trotz der Ruhe am Tage einen grossen Unterschied zwischen Tag und Nacht in der Kohlensäureausscheidung und in der Sauerstoffaufnahme. Bei Tag viel mehr Kohlensäure, hingegen viel weniger Sauerstoff als bei Nacht. Von der in 24 Stunden überhaupt ausgeschiedenen Kohlensäure-Menge treffen auf den Tag 58 Procent und 42 Procent auf die Nacht, während von der aufgenommenen Sauerstoffmenge nur 33 Procent auf den Tag und 67 Procent auf die Nacht treffen.

Die Ausscheidung des Harnstoffes ist, wie man bereits weiss, bei Tag und Nacht nicht gleichmässig, es wird bei Tag immer mehr, als bei Nacht ausgeschieden. Am Ruhetag sehen wir die Ausscheidung des Harnstoffes in den bei-

den Tageshälften genau proportional der Kohlensäureausscheidung gehen, von beiden werden am Tage 58, und bei Nacht 42 Procent ausgeschieden.

Was am meisten überrascht, ist der Antagonismus in der Kohlensäureabgabe und Sauerstoffaufnahme zwischen den beiden Tageshälften selbst bei möglichster Vermeidung aller Muskelanstrengungen, am 31. Juli, am Ruhetag. Man sieht also, dass das blosse Wachen, das blosse Aufnehmen von sinnlichen Eindrücken schon auf den Stoffwechsel wirkt, dass sich die Kohlensäurebildung dadurch vermehrt, wie bei Muskelarbeit, und es wird uns verständlich, warum manche Kranke bitten, man soll die Fenster verhängen und kein Geräusch machen und sie nicht anreden. Jede Wahrnehmung ist mit einer Ausgabe verbunden.

Diesen Antagonismus zwischen Tag und Nacht sehen wir noch sich steigern, wenn wir den Arbeitstag mit in Vergleich ziehen. An diesem Tage, am 3. August, steht die Kohlensäure-Abgabe und Sauerstoff-Aufnahme genau im umgekehrten Verhältnisse bei Tag und Nacht. Von der in 24 Stunden abgegebenen Kohlensäure kommen 69 Procent am Tage und 31 Procent in der Nacht, während vom Sauerstoff am Tage 31 Procent und in der Nacht 69 Procent aufgenommen werden, also genau umgekehrt.

Am Tage, während des Wachens erzeugen wir somit jedenfalls einen grossen Theil der Kohlensäure auf Kosten des Sauerstoffes, welchen wir in einer vorausgegangenen Zeit der Ruhe und des Schlafes aufgenommen haben. Unser Wille findet für seine willkürlichen Bewegungen das Material schon vorbereitet, er braucht gleichsam die geladene Flinte oder die gespannte Feder nur loszudrücken.

Um was wir an einem Tage mehr Sauerstoff verbrauchen, als an einem andern, um das nehmen wir in der darauffolgenden Nacht wieder Ersatz auf, und so lange wir diess thun und vermögen, sind wir jeden Morgen neu zur Arbeit

gerüstet. Diess spricht sich sehr deutlich in Zahlen aus, wenn man die beiden Versuchstage im Ganzen miteinander vergleicht. Am Ruhetage wurden 911 Grammen Kohlensäure ausgeschieden, und 708 Grammen Sauerstoff aus der Luft aufgenommen, am Arbeitstage 1284 Kohlensäure und 954 Sauerstoff. Es wurden somit im Ganzen am Arbeitstage 373 Grmm. Kohlensäure mehr, als am Ruhetage ausgeschieden und 246 Grmm. Sauerstoff mehr aufgenommen. Da beim Menschen seiner gemischten Kost entsprechend nahezu ebensoviel Sauerstoff für den Gesammtstoffwechsel nothwendig ist, als in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist, so kann man sich fragen, ob die am Arbeitstage mehr ausgeschiedene Kohlensäure wenigstens annähernd so viel Sauerstoff enthält, als am Arbeitstage auch mehr Sauerstoff aufgenommen worden ist, und die Antwort stimmt befriedigend mit der Voraussetzung überein, denn 373 Grmm. Kohlensäure enthalten 271 Grmm. Sauerstoff und 246 weist der Versuch nach. Die Differenz von 25 Grmm. kann nach dem Eingangs gesagten Versuchsfehler sein.

Höchst auffallend ist, dass am 3. August während der Arbeit, bei grosser körperlicher (Muskel-) Anstrengung keine erheblich grössere Sauerstoffaufnahme, als am 31. Juli während der Ruhe stattfand. Am 31. Juli, wo unser Mann keine grössere Muskelanstrengung hatte, als vielleicht mancher Schlafende, der sich im Bette wälzt und mit den Armen um sich schlägt, auch hat, wo er grösstentheils auf dem Stuhle oder auf dem Bette sass und sich nur mit Lektüre und dem Zerlegen einer kleinen Uhr befasste, nahm er von Morgens bis Abends 6 Uhr 234 Grmm. Sauerstoff auf, und am 3. August, wo er bis zu starker körperlicher Ermüdung arbeitete, und viel mehr Kohlensäure ausschied, nahm er in der gleichen Zeit nur 295 Grmm. Sauerstoff, also nur um 43 Grmm. mehr, als in der Ruhe auf. Daraus ersehen wir deutlich, dass es nicht das Bedürfniss nach Sauerstoff sein

kann, welches uns bei körperlicher Anstrengung zu häufigerem und tieferem Athemholen zwingt, sondern das Bedürfniss, die mehr erzeugte Kohlensäure los zu werden, und die Hitze des Blutes zu mässigen.

Die Vertheilung der Mengen auf Tag und Nacht, bei Ruhe und Arbeit zeigt für die Kohlensäureabgabe relativ eine viel grössere Schwankung als für die Sauerstoffaufnahme, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

	von 100 Kohlensäure werden ausgeschieden		von 100 Sauerstoff werden aufgenommen	
	bei Tag	bei Nacht	bei Tag	bei Nacht
bei Ruhe	58	42	33	67
„ Arbeit	69	31	31	69

Die Sauerstoffaufnahme des Körpers im Wachen und Schlafen, an Ruhetagen und Arbeitstagen geht relativ regelmässiger vor sich, als die Sauerstoffabgabe oder die Bildung der Kohlensäure.

Merkwürdig ist auch noch der Parallelismus der Kohlensäureabgabe während der Nacht mit der Sauerstoffaufnahme während des Tages. Gleichwie am Tage kein grosser Unterschied in der Sauerstoffaufnahme ist, es mag der Mensch körperlich arbeiten oder ruhen, so ist auch in der Nacht kein erheblicher Unterschied in der Kohlensäure-Ausscheidung, der Mensch mag den Tag über sich körperlich angestrengt haben oder nicht. Beim Arbeitsversuche hat unser Mann nur 60 Grmm. Sauerstoff mehr aufgenommen und in der darauffolgenden Nacht nur 21 Grmm. Kohlensäure mehr ausgeschieden, als zu der entsprechenden Zeit des Ruheversuches. Es ist gewiss nicht zufällig, dass der Sauerstoff, welcher in der Kohlensäure der Nacht sowohl

beim Ruhe- als beim Arbeits-Versuch ausgeschieden wird, sehr annähernd soviel beträgt, als der in der vorausgehenden Tageszeit aus der Luft aufgenommene Sauerstoff. In 379 Nacht-Kohlensäure des Ruheversuches sind 275 Sauerstoff enthalten, während den Tag über 234 aufgenommen wurden, und in 400 Nacht-Kohlensäure des Arbeitsversuches sind 291 Sauerstoff enthalten, während den Tag über 295 aufgenommen wurden.

Noch ein Unterschied zwischen Ruhetag und Arbeitstag nimmt unsere Aufmerksamkeit wegen seines hohen Betrages in Anspruch, nämlich die Wasserabgabe durch Haut und Lunge. Die beiden Versuche folgten in der Zeit so schnell aufeinander (31. Juli und 3. August), dass man weder an einen grossen Wechsel im Körperzustande des Individuums, noch in den atmosphärischen Verhältnissen denken kann, sondern den Unterschied lediglich als Folge der Muskelanstrengung betrachten muss. Die atmosphärischen Verhältnisse an den beiden Versuchstagen waren eher einem andern Verhältniss günstig, als sich ergeben hat. Die Wasserausscheidung betrug am Ruhetag 828 Grmm., und am Arbeitstag 2042, also das 2½ fache. An beiden Tagen vertheilt sich die Wasserabgabe ziemlich gleichheitlich auf die beiden Tageshälften. Beim Ruheversuch wurden am Tage durch Haut und Lungen 344, in der Nacht 483 Grmm. Wasser abgegeben, hingegen beim Arbeitsversuche am Tage 1095, in der sich anschliessenden Nacht 947. Die Wasserabgabe durch Haut und Lungen steigt und fällt somit nicht in der Weise, wie die Kohlensäure oder der Sauerstoff, sondern befolgt ihren eigenen Rhythmus. Auf dieses ganz neue Gebiet will ich nicht weiter eingehen, ich will einstweilen nur auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam machen, dass der Mensch nicht nur während einer anstrengenden Arbeit momentan in Schweiss geräth, sondern dass er auch noch in der darauffolgenden Nacht mehr transpirirt, als

nach einem ruhig verlebten Tage, wahrscheinlich um sich vollends abzukühlen.

Die Versuche von Regnault und Reiset über die Respiration der Grasfresser, sowie die Versuche von Voit und mir über die Fleischfresser haben gezeigt, dass binnen 24 Stunden sehr regelmässige und constante Verhältnisse zwischen der Menge des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffes und der aus dem Blute ausgeschiedenen Kohlensäure je nach der Zusammensetzung der Nahrung sich ergeben. Wir haben auf diese Art eine sehr wohl zusammenstimmende Gleichung für die Einnahmen und Ausgaben eines 30 Kilo schweren Hundes bei reiner Fleischnahrung aufgestellt.[5]) Es gelang uns im Einzelnen nachzuweisen und zu zeigen, wie der Hund, nachdem er mit seiner Kost im Gleichgewicht war, mit ihr täglich alle seine Körperausgaben in Harn und Koth sowie in Respiration und Perspiration bestritt, wie viel er dazu Sauerstoff aus der Luft nöthig hatte und wirklich aufnahm. Ich sehe jetzt ein, dass Regnault und wir bloss desshalb constante Resultate für die Respirationsprodukte erhielten, weil wir einen so langen Zeitraum der Untersuchung unterworfen hatten. Hätten wir nur eine, oder sechs, oder selbst zwölf Stunden untersucht und nicht summarisch die innerhalb 24 Stunden, innerhalb Tag und Nacht wechselnden Zustände in unsere Beobachtung eingeschlossen gehabt, so hätten wir nicht die mindeste Uebereinstimmung zwischen Einnahmen und Ausgaben des Körpers erwarten dürfen, was auch andere Forscher bereits erfahren haben, die nur sehr kurze Zeiträume und nicht 24 Stunden beobachtet haben.

Sczelkow hat unter Ludwig's Leitung höchst geistreiche Versuche über den Gasaustausch in verschiedenen

5) Sitzungsberichte Jahrgang 1863 Bd. I S. 547.

Organen an Kaninchen angestellt und die in gleichen Zeiten aufgenommenen Mengen Sauerstoff und ausgeschiedenen Mengen Kohlensäure während 10 bis 20 Minuten lang beobachtet. [6]) Ludwig wusste aus den Versuchen von Regnault und Reiset mit aller Bestimmtheit, dass bei Kaninchen in 24 Stunden entsprechend der Zusammensetzung ihrer Nahrung durchschnittlich so viel Volume Kohlensäure ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen werden, dass mithin dem Gewichte nach der in der Kohlensäure ausgeschiedene Sauerstoff genau so viel betragen muss, wie der durch die Lungen aufgenommene Sauerstoff. Sczelkow, dessen Versuche 10 bis 20 Minuten währten, hat äusserst selten dieses Verhältniss von 100 zu 100 gefunden, sondern meistens grösser oder kleiner, und zwar in solchem Grade, dass die Verhältnisszahl von 100 bis 40 abwärts und 131 aufwärts schwankt. Ganz ähnliche Resultate hat eine neuere Arbeit in dieser Richtung von Kowalewsky unter Ludwig's Leitung [7]) ergeben.

Voit und ich hatten beim Hunde gefunden, wo wir die Untersuchung 24 Stunden lang fortsetzten, dass die Zahl, welche das Verhältniss zwischen dem aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff und dem in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltenen ausdrückt, bei reiner Fleischkost 100 zu 82 ist, während die Rechnung 81,4 verlangt. Tritt neben Fleisch (oder Eiweiss) auch Fett in die Verbrennung ein, so verringert sich die Verhältnisszahl für den Sauerstoff in der Kohlensäure; treten daneben Kohlenhydrate ein, so erhöht sie sich. Bei Fett allein würden wir die Zahl 73, bei Zucker oder Stärke allein 100 haben. Die Zahl kann sich, wie wir

---

6) Sitzungsberichte der mathemat. naturwissenschaftl. Classe der k. k. Akademie zu Wien Jahrgang 1862 Bd. 45 Abth. II. S. 171.

7) Berichte der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, mathemat.-phys. Classe, Sitzung vom 30. Mai 1866.

früher gezeigt haben[8]), beim Hunde bei reichlicher Beimischung von Stärke oder Zucker zum Fleische und unter gewissen Verdauungszuständen beträchtlich, selbst bis zu 140 erheben, in dem Maasse als die Kohlenhydrate zur Entwicklung von Wasserstoffgas und Grubengas Veranlassung geben. Bei der gemischten Kost des Menschen bewegt sich diese Verhältnisszahl gewöhnlich zwischen 88 und 98. In den beiden vorher mitgetheilten Versuchen ist sie einmal 94, das andermal 98.

Nimmt man aber nicht 24 Stunden zusammen, sondern nur eine Tageshälfte, so findet man Verhältnisszahlen, die ohne Berücksichtigung der andern Tageshälfte in Bezug auf die Zusammensetzung der Nahrung ohne allen Zusammenhang, ja gerade absurd erscheinen. Setzt man z. B. bei dem Versuch am 31. Juli, beim Ruhetag, dieses Verhältniss an, so findet man, dass auf 100 am Tag aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff 165 schon bloss in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten sind, hingegen in der Nacht nur 58. Im Arbeitsversuche am 3. August werden am Tag auf 100 aufgenommenen Sauerstoff sogar 218 Sauerstoff mit der Kohlensäure ausgeschieden, in der Nacht hingegen nur mehr 44.

Unsere Versuche weisen mit aller Bestimmtheit darauf hin, dass der aufgenommene Sauerstoff eigentlich gar nie sofort zur Oxydation bis zu den letzten Produkten der Verbrennung verwendet wird, sondern dass die Oxydation Zwischenstadien durchläuft, die den Sauerstoff stundenlang im Körper beschäftigen, ehe er in der Form von Kohlensäure und Wasser wieder austritt. Darauf haben von jeher die Respirationsuntersuchungen über den Winterschlaf der Murmelthiere hingewiesen, die zwischen

---

8) Pettenkofer und Voit: Ueber die Ausscheidung von Wasserstoffgas bei der Ernährung des Hundes mit Fleisch und Stärkemehl oder Zucker. Sitzungsberichte Jahrgang 1862 Bd. II S. 88.

2 Wägungen, wenn sie gerade nicht Harn und Koth lassen, häufig an Gewicht zunehmen, trotzdem dass sie constant etwas Wasser und Kohlensäure an die umgebende Luft abgeben[9]). Wenn unser Versuchsmann in der Nacht nach der Arbeit gleich einem Murmelthier den Harn in der Blase behalten und weniger Wasser, etwa nur 200 Grmm., abgedunstet hätte, so hätte er bis zum Morgen trotz einer Kohlensäureausscheidung von 400 Grmm. immer noch um 60 Grmm. an Gewicht zugenommen, da er 660 Grmm. Sauerstoff aufgenommen hat. Man sieht, dass der Schlaf des Menschen sich wesentlich nicht vom Winterschlaf des Murmelthieres unterscheidet.[10])

Ludwig ist geneigt, trotz des Nichterscheinens der Kohlensäure doch eine mit der Sauerstoffaufnahme gleichmässig fortschreitende Bildung derselben für möglich zu halten, und deren nicht momentanes Erscheinen in der Respiration durch eine zeitweise Zurückhaltung im Blute und in den Organen zu erklären, etwa so, dass während der 10 oder 20 Minuten, welche der Versuch dauert, so viel Kohlensäure gebildet, aber zurückgehalten würde, als in darauffolgenden 10 oder 20 Minuten wieder mehr ausgeschieden werden könnte. Unsere Versuche aber zeigen, dass es sich bei Nacht um eine solche Aufspeicherung von Sauerstoff handelt, dass dessen Aequivalent Kohlensäure im Körper unmöglich so lange zurückgehalten werden könnte, jedenfalls ist diess nicht beim gesunden Menschen der Fall, bei dem die Differenz in der Menge und in der Zeit zu gross ist,

---

9) F. Saco bei Regnault und Reiset, chemische Untersuchungen über die Respiration der Thiere. Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 73. S. 275.

10) Valentin, Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre Bd. II. S. 302.

so dass wir schon den Hauptunterschied in einem Einflusse des Wachens und Schlafens auf die Kohlensäurebildung annehmen müssen.

Bei kranken oder verwundeten Organismen, bei Vivisektionen oder unter sonstigen abnormen Umständen ist es ohne Zweifel anders, da kann es selbst so sein, wie Ludwig angiebt, dass es aber wie beim gesunden Menschen, so auch bei gesunden Thieren ist, wenn sie unter normalen Umständen leben und athmen, hat Professor Henneberg bereits in einer Reihe von Untersuchungen an grossen Wiederkäuern klar bewiesen.

Die landwirthschaftliche Versuchsstation in Weende bei Göttingen hat bekanntlich einen Respirationsapparat nach dem Muster des hiesigen gebaut, nur mit einer viel grösseren und anders eingerichteten Kammer, welche ausgewachsene Rinder aufzunehmen gestattet. Henneberg machte im Sommer des vorigen Jahres 1865, unterstützt von seinen beiden Assistenten Dr. Kühn und Dr. Hugo Schultze, bereits mehrere Reihen von Versuchen an 2 Ochsen, die 11 bis 12 Stunden im Respirationsapparate beobachtet wurden, und zwar ausschliesslich während der Tagstunden: von den 22 Versuchen wurde kein einziger bei Nacht angestellt. Henneberg gieng von dem nach dem Stande unseres bisherigen Wissens ganz gerechtfertigten Grundsatze aus, dass es bei dem gleichmässig verdauenden Rinde gewiss genügend sein müsse, eine Respirationsbeobachtung 12 Stunden andauern zu lassen, und um die Grösse für den ganzen Tag mit 24 Stunden zu erhalten, das Resultat mit 2 zu multipliciren. Bisher hatte man sich ja vielfach mit Zeiträumen von weniger als einer Stunde begnügt und vom Resultat viel kürzerer Zeiträume auf 24 Stunden geschlossen. Die Zahlen, welche Henneberg für die während 12 Stunden (Tag) ausgeschiedene Kohlensäuremenge und den aufgenommenen Sauerstoff fand, konnten weder mit den Zahlen von

Regnault und Reiset für Grasfresser, noch mit den Zahlen von Voit und mir für Fleischfresser in irgend eine vernünftige Beziehung oder Zusammenhang gebracht werden; sie erschienen von unserm bisherigen Standpunkte aus betrachtet geradezu als räthselhafte Absurditäten, und es wurde die Fortsetzung der Versuche zur Lösung dieser Räthsel auf diesen Sommer verschoben, da im Winter wegen der Schwierigkeit der Heizung des grossen Apparates für so grosse Thiere etc. keine Versuche gemacht wurden. Dieser Sommer aber, der so manches Werk des Friedens in Deutschland mit seinen politischen Ereignissen empfindlich gestört hat, hat auch den Respirationsapparat in Weende nicht mehr in Thätigkeit kommen lassen, und so kam es, dass die Entdeckung von der Sauerstoffaufnahme in der Nacht und deren Verwendung am darauffolgenden Tage dem Münchner Apparate vorbehalten war, obschon sein Weender Sprössling sehr nahe daran war, ihm zuvorzukommen. Als ich Henneberg das Ereigniss mittheilte, verstand er auch hinreichend seine räthselhaften Versuchsresultate und erklärte es in seiner Weise als einen Akt historischer Gerechtigkeit, dass die Entdeckung in München gemacht wurde.

Ich gebe hier aus den Weender Versuchen von 1865 mehrere Zahlen, die mir Henneberg inzwischen zu diesem Zwecke mitgetheilt. Bei einem Ochsen I mit 640 Kilo mittlerem Körpergewicht wurden drei, bei einem andern Ochsen II mit 710 Kilo mittlerem Gewicht wurden fünf Fütterungsreihen untersucht. Bei jeder Reihe wurden mindestens 2, öfter auch 3, einmal selbst 4 Respirationsversuche gemacht, und das Mittel daraus genommen. Die Gewichte in der folgenden Tabelle sind als Gramme zu verstehen.

Fütterungs-reihen.	In 12 Tagstunden ausgeschiedene				Harnstoffäquival. des verdauten Futters in 24 Stund.	In 12 Stunden aus der Luft aufgenommen. Sauerstoff.	Verhältnisszahl.	Anzahl der Versuche.
	Kohlensäure.	Wasser.	Grubengas.	Wasserstoff.				
Ochs I.								
1. Vom 18. Mai — 18. Juni 1865.	3728	4480	25	—	128	2037	131	2
2. Vom 23. Juni — 3. Juli . . .	2985	3665	28	—	139	1225	173	3
3. Vom 14. — 19. August . . .	3210	3480	23	28	128	1610	145	3
Ochs II.								
4. Vom 26. Mai — 11. Juni . . .	4638	5310	25	—	342	1745	193	2
5. Vom 18. — 27. Juni	4158	4851	28	—	171	1855	163	4
6. Vom 3. — 13. Juli	4505	6955	25	—	128	2490	132	3
7. Vom 20. Juli — 7. August . .	4898	5580	15	—	364	1378	259	3
8. Vom 14. — 30. August . . .	5248	5423	25	20	310	1723	222	2

Aus diesen zahlreichen Versuchen geht klar hervor, dass die am Tag ausgeschiedene Kohlensäure viel mehr Sauerstoff enthält, als dem aufgenommenen Sauerstoff entspricht. Bei diesen Versuchen fällt auch die Möglichkeit hinweg, die oft so bedeutende Ueberschreitung der mittleren Verhältnisszahl von 100, welche bei Grasfressern die Regel ist, etwa auf Kosten der Bildung einer ganz abnormen Menge Wasserstoff oder Grubengas zu erklären, denn beide Gase sind ja stets bestimmt worden und haben sich in so geringer Menge bemerkbar gemacht, dass damit nichts erklärt werden könnte. Da der Maximalfehler des Weender Apparates, der bei diesem wegen seiner Dimensionen und der grossen Ventilation für einen Ochsen grösser als beim hiesigen ist, durch Controlversuche ermittelt ist, aber auch nicht entfernt die beobachteten Schwankungen der Verhältnisszahl erklärt, so bleibt nichts übrig, als anzunehmen, dass der am Tag in Form von Kohlensäure erscheinende Sauerstoff grösstentheils in der vorausgehenden Nachtruhe aufgenommen war. Henneberg wird die Versuche nun wieder aufnehmen und auch die zweite Hälfte des Tages, während das Thier bei Nacht ruht, untersuchen, sobald die einstweilen preussisch gewordene Versuchsanstalt wieder Mittel dafür haben wird.

Die Weender Zahlen sind aber jetzt schon vom grössten Werthe, denn sie gestatten bereits eine Vergleichung mit den Tagzahlen beim Menschen und stimmen mit diesen in allen wesentlichen Beziehungen überein, ja sie lassen bereits deutlich eine Gesetzmässigkeit bei verschiedenem Eiweissgehalt des Futters erkennen, welche ein helles Streiflicht auf noch ferner liegende Pfade der Forschung wirft.

Von den in der vorletzten Rubrik enthaltenen Verhältnisszahlen überschreiten nur 2 die auch beim Menschen gefundenen Tagzahlen. Am Ruhetag zeigt der Mensch die Verhältnisszahl 165, am Arbeitstag 218; beim Ochsen I ist das Maximum 173, beim Ochsen II steigt es einmal bis 259.

Wenn man die sämmtlichen Verhältnisszahlen der verschiedenen Fütterungsreihen mit den Zahlen vergleicht, welche in der Rubrik für den in 24 Stunden durch die Nieren ausgeschiedenen Stickstoff, der der Einheit wegen auf Harnstoff berechnet angegeben ist, und als ein zuverlässiges Maass für die in 24 Stunden assimilirten stickstoffhaltigen, eiweissartigen Bestandtheile des Futters angesehen werden darf, so leuchtet sofort eine innige Beziehung zwischen beiden Rubriken hervor. Ganz ausnahmslos zeigt sich nämlich bei jedem Thier und bei jedem Versuche, dass die Verhältnisszahl mit der Harnstoffzahl steigt und fällt. In Worten ausgedrückt heisst das soviel, als mit der Vermehrung des Eiweisses in der Nahrung steigt die Fähigkeit des Körpers, während der Zeit der Ruhe und des Schlafes Sauerstoff aufzuspeichern, um ihn am Tage nach Bedürfniss zu verwenden.

Es bringt mich diess auf eine Entdeckung zu sprechen, welche Voit[11]) vor 6 Jahren wider Erwarten und zum Staunen aller gemacht hat, nämlich dass bei der grössten Anstrengung der Muskeln nicht mehr und nicht weniger Eiweiss zersetzt wird, als bei vollkommener Ruhe; sein Hund mochte 24 Stunden ruhig im Käfig gelegen haben, oder an einem andern Tage zeitweise 1700 Umgänge in einem 3 Meter durchmessenden Tretrade hervorgebracht haben. Der Hund leistete die gleiche Arbeit, einmal nachdem er 4 Tage lang gehungert, wobei er täglich 12 Grmm. Harnstoff ausschied, ein andermal nachdem er täglich mit 1500 Grmm. Fleisch gefüttert worden war, wobei er sowohl in der Ruhe als bei Bewegung täglich über 100 Grmm. Harnstoff lieferte.

Das Gleiche ist nun am Menschen bewiesen. Unser Versuchsmann schied am 31. Juli, wo er ruhte, 37 Grmm.

11) Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel von Voit. München 1860. Cotta's literar. artist. Anstalt.

Harnstoff[12]) aus, ebenso am 3. August, wo er bei gleicher Kost angestrengt bis zur Ermüdung arbeitete. An beiden Tagen schied er genau so viel Stickstoff durch Nieren und Darm aus, als in der aufgenommenen Nahrung enthalten war. An diesen beiden Tagen zeigt die Ausscheidung von Stickstoff (Harnstoff) zwischen Tag und Nacht keine Aenderungen durch die Erhöhung der Muskelarbeit, ja an dem Tage der Arbeit wird in der ersten Hälfte sogar etwas weniger Harnstoff als am Ruhetage beobachtet, was übrigens von der vielleicht nicht ganz gelungenen Entleerung der Harnblase zu Ende dieser Tageshälfte herrühren kann. Die Entdeckung Voit's, dass die erhöhte Muskelarbeit keine erhöhte Eiweisszersetzung hervorruft, ist nun auch beim Menschen gegen jede Einrede sicher gestellt.

Trotzdem hängt die Eiweissmenge der Nahrung auf das innigste mit den willkürlichen Kraftäusserungen zusammen und scheint mir hier namentlich das von Voit[13]) sogenannte Vorraths-Eiweiss des Körpers in Betracht zu kommen, wie aus den Versuchen von Henneberg deutlich hervorgeht. Henneberg findet, dass der Ochs II, mit dem die grösste Anzahl von Versuchen angestellt wurde, bei der geringsten Menge Eiweiss im verdauten Futter (Fütterungsreihe 6 mit Harnstoffäquivalent 128) während des Tages die absolut grösste Menge Sauerstoff (2490 Grmm.) aus der Luft aufnimmt, und dass er bei der grössten Menge Eiweiss im Futter (Fütterungsreihe 7 mit Harnstoffäquivalent 364) die absolut geringste Menge (1378 Grmm.) Sauerstoff am Tage braucht. Ich kann daraus nur den Schluss ziehen, dass der

---

12) Ich verstehe unter Harnstoff das Aequivalent des durch Nieren und Darm ausgeschiedenen Stickstoffes.

13) Ueber die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern. Von Carl Voit. Zeitschrift für Biologie B. II. 6. 318 bis 326.

grössere Eiweissgehalt des Futters eine bedeutendere Aufspeicherung von Sauerstoff im Körper zur Zeit der Ruhe und des Schlafes gestattet. Hätte das Thier bedeutende Muskelanstrengung machen, mechanische Arbeit verrichten müssen, so wären die Unterschiede bei diesen beiden Fütterungsreihen noch grösser geworden. Sämmtliche Versuche Henneberg's sprechen dafür, dass je eiweissärmer das Futter ist, desto weniger Sauerstoffvorrath in der Nacht angesammelt werden kann; desto mehr also Sauerstoff am Tage aufgenommen werden muss, wenn auch im Ganzen, in 24 Stunden weniger zu verbrennen ist.

Um die Vorstellung von der Nothwendigkeit eines Sauerstoffvorrathes im Körper für mechanische Kraftäusserungen noch weiter zu prüfen, theile ich zum Schlusse noch das Resultat der Respirationsversuche mit 2 Kranken mit. Es giebt zwei in der Regel jahrelang dauernde, unheilbare Krankheiten, welche den damit behafteten Menschen stets bei gutem Appetite, ja selbst hungrig erscheinen lassen; die Kranken haben aber trotz der reichlichsten und nahrhaftesten Kost nicht das geringste Gefühl von Kraft in ihren Muskeln, und der Schlaf erquickt sie nicht; sie klagen fortwährend über vollständige Abgeschlagenheit und Kraftlosigkeit am ganzen Körper. Das sind Diabetes mellitus und Leukämia lienalis. Prof. Dr. Rothmund junior machte uns auf einen Fall von Diabetes mellitus aufmerksam, der wegen grauen Staar's in seine Augenheilanstalt gekommen war. Der 21jährige Mann producirte, wenn man ihn essen liess so viel er wollte (es betrug annähernd das dreifache von dem, was ein Gesunder mit gutem Appetit bewältigen kann) in 24 Stunden über 100 Grmm. Harnstoff und 700 Grmm. Zucker: dabei blieb er stets so kraftlos, dass er kaum einen Stuhl heben konnte. Wenn er ein paar hundert Schritte weit gieng, war er todtmüde. Wir hatten diesen interessanten Fall ein Jahr lang in Beobachtung, stellten sieben 24stündige Respirationsver-

suche mit ihm an, über die wir in einer eigenen Abhandlung später berichten werden, und trennten zuletzt auch eine 24stündige Beobachtung zwischen Tag und Nacht. Das Resultat ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

Tageszeit.	Ausgeschiedene				Aufgenommen.	Verhältnisszahl.
	Kohlensäure.	Wasser	Harnstoff.	Zucker.	Sauerstoff.	
Tag . . .	359,3	308,6	29,6	246,4	278,0	94
Nacht . .	300,0	302,7	20,2	148,1	294,2	74
zusammen .	659,3	611,3	49,8	394,5	572,2	84

Der Kranke genoss zu den üblichen Zeiten Essen und Trinken. Gewöhnlich schlief er auch, und namentlich nach Tisch am Tage; bei diesem Versuche wurde er aber am Tage wach erhalten. Er beschäftigte sich mit etwas Lesen und Strumpfstricken. Abends schlief er nach 8 Uhr ein und stand Morgens kurz vor Beendigung des Versuches auf.

Auch einen andern, für Voit und mich sehr interessanten Kranken untersuchten wir. Professor Dr. Heinrich Ranke fand in seiner Praxis einen Fall von einer sehr hochgradigen Leukämia lienalis. Der Mann ist über 40 Jahre alt, und hatte zur Zeit, als wir ihn im Respirationsapparate beobachteten, $^1/_3$ weisse und nur mehr $^2/_3$ rothe Körperchen in seinem Blute. Er ist stets bei gutem Appetit, isst soviel als ein gesunder kräftiger Arbeiter, ist aber trotzdem höchst abgemagert und ganz kraftlos. Er schläft des Nachts 6 bis 7 Stunden, fühlt aber vor dem Einschlafen regelmässig Beklemmung und auch schon vorher einen Zustand von Auftreiben im Leibe (wahrscheinlich von einer periodisch grösseren Anschwellung der Milz in Folge der Verdauung). Während des Schlafes hat er stets starke Schweisse und fühlt

sich beim Erwachen kraftloser als beim Einschlafen: er erholt sich immer erst einige Zeit nach dem Aufstehen. Am 27. August wurden im Respirationsapparate seine Tag- und Nacht-Ausgaben und Einnahmen beobachtet.

Tageszeit.	Ausgeschiedene			Aufgenommener Sauerstoff.	Verhältnisszahl.
	Kohlensäure.	Wasser.	Harnstoff.		
Tag. . .	480,9	322,1	15,2	346,2	101
Nacht . .	499,0	759,2	21,7	329,2	110
Zusammen	979,9	1081,3	36,9	675,4	105

Die Nahrung an diesem Tage war so gegriffen, dass die der Zersetzung in 24 Stunden anheimfallende Eiweissmenge genau so viel betrug, wie bei unserm gesunden Versuchsmann — 37 Grmm. Harnstoff. Der Kranke hat in der Nacht etwa 6 Stunden geschlafen.

Was aus diesen beiden Versuchen mit Bestimmtheit hervorgeht, ist, dass diese Kranken nicht entfernt einen solchen Unterschied in der Kohlensäureausgabe und Sauerstoffaufnahme zwischen Tag und Nacht hervorzubringen im Stande sind, wie der Gesunde. Dieser Unterschied wird durch das Schwanken der Differenzzahl zwischen Tag und Nacht ausgedrückt. Der Diabetiker reiht sich im Rhythmus noch näher an den Gesunden als der Leukämiker. Beim Gesunden (Ruheversuch) beträgt die Differenzzahl in 24 Stunden 94, am Tage hingegen 165, in der Nacht 58, sie schwankt also am Tage um 71 vom 24stündigen Durchschnitt aufwärts, und bei Nacht um 36 abwärts, es zeigt sich also im Ganzen eine Schwankung von 107. Beim Arbeitsversuche mit dem Gesunden ist die Differenzzahl für 24 Stunden 98, sie schwankt am Tage sogar um 1 20 aufwärts und um 54 be

Nacht abwärts, so dass sich eine Schwankung im Ganzen von 174 ergiebt. Der Diabetiker geht von 84 auf 94 bei Tag hinauf, bei Nacht auf 74 herunter, macht also im Ganzen nur eine Schwankung von 20. Der Leukämiker geht am Tag von 105 auf 101 herunter, in der Nacht auf 110 hinauf, macht also gar nur eine Schwankung von 9 und auch diese noch im verkehrten Sinne. Bei diesem armen Kranken verkehrt sich auch die Harnstoffabscheidung zeitlich in das gerade Gegentheil vom Gesunden: der Gesunde scheidet in 24 Stunden die gleiche Menge Harnstoff wie der Leukämiker aus, 37 Grmm., aber in runden Zahlen bei Tag 21 bei Nacht 16, während der Leukämiker bei Tag 16 und bei Nacht 21 ausscheidet. Man sieht, dass ein Organismus mit so viel weissem Blute wesentlich anders arbeitet als einer mit rothem.

Hätten wir unsere Untersuchung nicht in diese zwei natürlichen Hälften, in Tag und Nacht getrennt, so hätte man dahin verleitet werden können, im Stoffwechsel im Allgemeinen zwischen einem Gesunden und einem Leukämiker gar keinen erheblichen Unterschied anzunehmen, denn der Gesunde scheidet am Ruhetage ganz ähnliche Kohlensäuremengen aus und nimmt ganz ähnliche Sauerstoffmengen auf, wie der Leukämiker. Ich will, um diess zu zeigen, ein paar Versuche mit dem Leukämiker, wo zwischen Tag und Nacht nicht unterschieden ist, neben den 24stündigen Versuch mit dem Gesunden stellen.

	Gesunder	Leukämiker		
		a.	b.	
Kohlensäure	911	980	970	Dauer des Versuches 24 Stunden.
Wasser . .	828	1081	1284	
Harnstoff .	37	37	34	
Sauerstoff .	709	675	790	

Einen merklichen Unterschied gewahrt man eigentlich nur in der Wasserabgabe, man könnte also sagen, der Leukämiker verhält sich nahezu wie ein Gesunder, er dunstet bloss mehr Wasser ab, er transspirirt mehr, was aber der Gesunde, wie wir gesehen haben, zeitweise auch thut, denn am Tage der Arbeit hat der Gesunde in 24 Stunden sogar 2000 Grmm. Wasser abgedunstet. Wie gross aber ist der Unterschied, wenn man Tag und Nacht trennt! Da zeigt der Gesunde schon in der Ruhe eine Schwankung der Verhältnisszahl von 107, während der Leukämiker nur 9 zusammenbringt.

Sehr gespannt bin ich darauf, einmal Fieberkranke zu beobachten. Warum die Kranken durchschnittlich gegen Abend sich schlechter befinden, wird theilweise jedenfalls durch den Respirationsapparat beantwortet werden. Ich bin überhaupt begierig, welche Wandlungen unsre Vorstellungen über die Zwecke und den Mechanismus der Respiration durch genaue Stoffwechselversuche noch erfahren werden. Früher stellte ich mir mit vielen Andern vor, dass an dem Tage, wo vom Körper mehr mechanische Arbeit geleistet wird, auch proportional mehr Eiweiss zur Zersetzung kommen müsse; jedermann wusste ja, dass ein Pferd, welches mit Haber, mit eiweissreichem Futter ernährt wird, eine Zeit lang ganz anderer Kraftanstrengungen fähig ist, als wenn man es mit Heu und Stroh, mit einem eiweissarmen Futter, wenn auch reichlich, ernährt.

Seit der Entdeckung Voit's von der unveränderten Grösse der Eiweisszersetzung bei Ruhe und Arbeit stelle ich mir den aus der täglichen Nahrung entspringenden und durch unsere Organe gehenden sich zersetzenden Eiweissstrom wie eine Wasserkraft oder einen Mühlbach vor, der gleichmässig dahingeht, unbekümmert darum, wie viel die in ihm liegende Kraft ausgenützt wird oder nicht. Der Wille lässt sich mit dem Müller vergleichen, und die Muskeln mit den

mechanischen Einrichtungen der Mühle. Der Müller kann, ohne dass der Bach grösser oder kleiner zu werden braucht, mit ganzem, halbem, mit viertel und achtel Wasser arbeiten, es kommt darauf an, wie viel, und auf wie viel Gängen er mahlen will, ob auch seine Sägemühle gehen soll u. s. w. Aber das sieht jedermann ein, dass ein kleiner Bach dem Unternehmungsgeiste des Müllers früher Gränzen setzen wird, als ein grösserer Wasserreichthum, und in so ferne ist es auch begreiflich, dass der Haber einem Pferde mehr Kraft giebt, als das Heu, und dass ein wohlgenährter Mensch mehr Arbeit leisten kann, aber nicht leisten muss, als ein ausgehungerter, dessen Mühlgerinne nur zur Hälfte oder zum dritten Theile Wasser haben.

Auch unsere gegenwärtige Entdeckung scheint mir noch so ziemlich in diese bildliche Vorstellung zu passen, man hätte bloss dem Mühlbache noch einen Sammelteich oder eine Stauvorrichtung hinzuzufügen.

Aber man kann sich auch ein anderes Bild entwerfen. Wir sehen, dass der Sauerstoffstrom, der aus der Atmosphäre durch unsern Körper geht, dem der Zersetzung anheimfallenden Eiweissstrome aus der Nahrung proportional entgegengeht. Voit und ich haben diess am Hunde in einer grossen Zahl von Respirationsversuchen, die wir noch nicht veröffentlicht haben, bereits nachgewiesen und können es namentlich auch für den Menschen im gesunden Zustande festhalten. Der Eiweissstrom ist gleichsam die Hauptstrasse, auf welcher der Sauerstoff in den Körper gelangt; er ist das Communikationsmittel für den Verkehr mit der Atmosphäre und vermittelt so den Import und Export; die lebhaft kreisenden Blutkörperchen sind Fahrzeuge und der Sauerstoff ihre Fracht, die an den verschiedensten und entlegensten Punkten des Körpers, in allen Organen abgesetzt wird, um theils zu gleichmässig fortlaufenden Arbeiten verwendet, theils zeit- und stellenweise angesammelt zu werden, und

dann Arbeiten vollbringen zu helfen, die mit momentanen Zwecken zusammenhängen. Die Kohlensäure ist gleichsam die Rückfracht, welche diese nur unter dem Mikroskope sichtbaren Liliputanerfahrzeuge laden, deren natürlich auf einem grossen Strome mehr Platz haben, als auf einem kleinen. Trotz ihrer winzigen Grösse vermögen sie in 24 Stunden in uns unter Umständen 4½ Pfunde Sauerstoff und Kohlensäure hin und herzuschleppen, und so ohne alles Aufsehen und Geräusch oft mehr als 700 Liter Sauerstoff aus der Luft in sich zu verdichten und nahezu das gleiche Volum Kohlensäure wieder aus sich zu vergasen, während der gewöhnliche Beobachter kaum etwas von diesem regen, luftigen Verkehr ahnt. Bisher haben wir uns Import und Export in jedem Zeittheilchen ziemlich gleich vorgestellt, nun wissen wir aber, dass sich das wohl während eines grösseren Zeitraumes ausgleicht, dass aber die kleinen Fahrzeuge am Tag viel mehr Kohlensäure ausführen, als sie Sauerstoff einführen; hingegen in der Nacht, wo sie mit dem Exportgeschäfte weniger zu thun haben, holen sie es reichlich nach, und versorgen die entferntesten Gegenden unseres Körpers, und alle seine Organe mit Vorrath für den kommenden Tag und seine Mühen.

Die Versuche mit dem Respirationsapparate haben daher nicht bloss eine Bedeutung für die Fragen des Stoffwechsels, des Wachsthums und der Mästung, sondern noch für viele andere Fragen der Physiologie und Biologie, und namentlich auch für die einstige Krone der angewandten Naturwissenschaften, für die praktische Medicin.

Ich kann diese Mittheilung an die Akademie der Wissenschaften nicht schliessen, ohne Gefühlen der Pietät und Dankbarkeit Ausdruck zu geben, indem ich daran erinnere, dass unser höchstseliger weiland König Max II. es war, welcher mit fürstlicher Munificenz aus seiner Privatkasse die Summe von 8000 Gulden schenkte, um den Respirationsapparat hier ins Leben zu rufen. Die Entdeckungen, die bereits damit gemacht worden sind, und deren eine viel grössere Zahl gewiss noch zu erwarten ist, dürften für jedermann beweisend sein, dass der königliche Geber der Wissenschaft nicht nur ein grosses, sondern auch ein nützliches Geschenk gemacht hat.

Herr Seidel referirte über seinen Aufsatz:

„Trigonometrische Formeln für den allgemeinsten Fall der Brechung des Lichtes an centrirten sphärischen Flächen."

Die zum Gemeingut gewordenen mathematischen Formeln, nach welchen man (durch eine trigonometrische Rechnung) den Weg eines Lichtstrahles durch ein System centrirter Kugelflächen genau zu verfolgen im Stande ist, und von welchen der praktische Optiker Gebrauch macht, wenn er in der Rechnung die letzte Hand anlegen will zur Verbesserung der bereits annäherungsweise gefundenen Constructionen, — fassen bekanntlich das geometrische Problem nicht in seiner ganzen Allgemeinheit, sondern schränken sich ein auf die Betrachtung solcher Lichtstrahlen, die mit der optischen Axe ursprünglich in Einer Ebene liegen, und in Folge dessen auch alle successiven Brechungen in dieser festen Ebene erleiden. Sie begreifen hiemit alle Strahlen des von einem Punkte ausgehenden Lichtkegels nur dann in sich, wenn dieser Punkt in der Mitte des Gesichtsfeldes (d. i. in der verlängerten optischen Axe) liegt; in jedem andern Falle genügen den besondern Voraussetzungen jener Formeln nur mehr die Strahlen, welche der den Kegel halbirenden Ebene angehören, d. h. der Ebene, die durch die Spitze des Kegels und durch die optische Axe gelegt wird. Denkt man zum Beispiel diese Axe horizontal ge-

richtet und den leuchtenden Punkt irgendwo gerade über ihr befindlich, so kann man nach den seither vorliegenden trigonometrischen Formeln Strahlen nicht verfolgen, welche von ihm aus entweder auf die rechte oder auf die linke Hälfte der Oeffnungsfläche des Apparates treffen, sondern allein diejenigen, deren Auffallspunkte genau in der Scheidungslinie beider Hälften sich befinden. Diese letzteren mussten bisher als die ausgewählten Repräsentanten des ganzen Lichtkegels gelten; schwerlich ist jemals (vor der ganz neuen Anwendung, welche die hernach mitzutheilenden Rechnungsvorschriften im Steinheil'schen Institute gefunden haben) der genaue Weg eines einzigen andern Strahls auch nur durch eine einfache Linse mittelst des Calculs verfolgt worden. Zwar genügt das Fraunhofer'sche Fernrohr-Objektiv einer Bedingung der grössten Leistung auch in Bezug auf die Strahlen ausserhalb der Axen-Ebene (wie ich an anderem Orte nachgewiesen habe), aber da es derselben Gleichung auch schon genügen musste, um jene repräsentativen Strahlen in der Axenebene möglichst gut zur Vereinigung zu bringen, und da nach Berücksichtigung dieser letzteren an dem einfachen Doppelobjectiv überhaupt nichts mehr disponibel blieb, so konnte es gefunden werden, ohne dass eine Erweiterung der Rechnung auf den Raum nothwendiges Erforderniss war. Selbst Bessel's meisterhafte theoretische Diskussion über die dioptrische Wirkung des Heliometer-Objektivs der Königsberger Sternwarte hat die Strahlen ausserhalb der Axenebene bei Seite gelassen [1]); andrerseits geht Gauss bei der Ableitung seiner Näherungsformeln (in den „dioptrischen Untersuchungen") zwar aus von Gleichungen, welche Allgemeinheit mit Strenge verbinden, aber er giebt keine Anweisung für die Berechnung dreier in denselben auftreten-

1) Astronomische Untersuchungen, Bd. I, Abh. II, §. 18.

den Winkel (Θ, λ, λ'), weil es für das Ziel seiner Untersuchung und unter den Voraussetzungen derselben genügte, zu constatiren, dass der Cosinus des ersten und die Sinus der beiden andern von der Einheit nur um kleine Grössen zweiter Ordnung verschieden seien. In ähnlicher Weise waren auch in meiner (Astronom. Nachrichten Nr. 1027 ff. veröffentlichten) Untersuchung, welche für den allgemeinsten Fall die Entwicklung der Glieder von der Ordnung der sogenannten sphärischen Abweichung zum Gegenstand hat, nur Näherungswerthe für die trigonometrischen Functionen jener Winkel zu Grunde zu legen. Es versteht sich, und ist auch von Bessel am oben angeführten Orte ausgesprochen worden, dass die Entwerfung strenger Formeln, durch welche für jede Lage des auffallenden Strahles die entsprechende des gebrochenen bestimmt wird, keine wirkliche mathematische Schwierigkeit bietet; man erhält aber bei einer nicht ganz angemessenen Wahl der Grössen, mit Hilfe deren diese Lage bestimmt wird, die Rechnungsvorschriften leicht in einer Gestalt, die ganz geeignet ist, von ihrer wirklichen Benützung selbst einen ausdauernden Rechner zurückzuschrecken, (um so mehr, da die Verfolgung einzelner Strahlen im Raume überhaupt nur angezeigt ist, wenn man über eine etwas grössere Anzahl von Brechungen verfügt) — z. B. in solcher Form, dass bei jeder einzelnen Ablenkung, die der Strahl erleidet, entweder ein unbequemes sphärisches Dreieck aufgelöst, oder durch successive Näherung vorgegangen werden muss. Nachdem indessen die steigenden Anforderungen an Oeffnung und Gesichtsfeld, namentlich bei Photographen-Objektiven, nicht mehr erlauben, die Strahlen ausser der Axenebene zu ignoriren, so hoffe ich, einigen denkenden Optikern einen Dienst zu leisten durch die Mittheilung der folgenden Rechnungsvorschriften, welche die Probe der Anwendbarkeit bereits vielfach bestanden haben. Den nächsten Anlass, sie definitiv

zusammenzustellen, hat mir der Wunsch des Hrn. Ministerialraths Dr. Steinheil gegeben. Für die Zwecke des von Ihm begründeten optischen Instituts hat seit einem Jahre Dr. Ad. Steinheil, der Sohn, meine Formeln zum öftern benützt: er findet nach denselben die Mühe der Berechnung Eines Strahles ausserhalb der Axen-Ebene nur sehr wenig grösser als diejenige, unter analoger Vorsicht gegen Irrungen des Calculs zwei Strahlen in der Axen-Ebene zu verfolgen. Hiernach scheinen die Formeln das Maximum der erreichbaren Bequemlichkeit sehr nahe darzubieten; denn nicht nur erfordert nach der Natur der Sache die Bestimmung der Lage im Raume überall zwei Projektionen, wo in der Ebene Eine genügt, sondern der allgemeine Fall ist auch deshalb verwickelter, weil auf jede einzelne Grösse eine grössere Anzahl von einander unabhängiger Variabeln Einfluss erhält.

Handelt es sich um die Berechnung eines Apparates, der ausgeführt werden soll, so wird man der Sicherheit halber genöthigt sein, für jeden Strahl, der theoretisch verfolgt wird, entweder nach den Gleichungen, welche zur Bestimmung der gesuchten Stücke aufgestellt worden sind und ausreichen, die ganze Rechnung zweimal unabhängig zu führen, oder neben diesen Gleichungen noch besondere Controlformeln zur Prüfung der erhaltenen Zahlenwerthe zu benützen. Die letztere Art der Verification (natürlich unter der Voraussetzung, dass die Controlen erschöpfend für die einzelnen Acte der Rechnung sind) verdient unter den beiden Wegen den Vorzug, falls Ein Rechner die ganze Arbeit zu machen hat, weil ein solcher bekanntlich leicht an gleicher Stelle wieder in den gleichen Fehler verfällt; ich habe deshalb bei der Entwerfung der nachstehenden Vorschriften ein besonderes Augenmerk auf die Herstellung geeigneter Probeformeln gerichtet. Das Princip, nach welchem man erkennt, welche Theile einer numerischen Rechnung

durch die richtige Erfüllung einer bestimmten Control-Gleichung verificirt sind und welche nicht, ist einfach und fliesst aus der Natur der Sache. Wenn zur Berechnung einer Anzahl von Unbekannten eine gleich grosse Anzahl von Gleichungen einmal aufgestellt ist, so ist dadurch die Art der Abhängigkeit jener gesuchten Grössen von den gegebenen mathematisch vollkommen fest gelegt: dieselben Variabeln (oder einige von ihnen) können nicht noch einer weiteren überzähligen Bedingung sich unterwerfen, welche nicht aus ihrer bereits fixirten mathematischen Functionsform von selbst folgt. Jede sich darbietende überzählige Gleichung (Controlformel) für die Unbekannten muss also aus einigen der Gleichungen, die schon zur Bestimmung dieser Unbekannten benützt sind (oder aus ihnen allen zusammen), als eine identische Folgerung sich ableiten lassen, auch wenn vielleicht die Betrachtung, durch welche wir zunächst auf sie gestossen sind, ursprünglich eine andere Richtung eingeschlagen hätte. Man wird also auch in dem letzteren Falle, (der ziemlich häufig bei Grössen sich ergiebt, die für unsere Anschauung eine Bedeutung darbieten) nur zu untersuchen haben, welche unter den Bestimmungsgleichungen der Unbekannten nothwendig und ausreichend sind, um die überzählige (d. i. Control-) Gleichung aus ihnen abzuleiten: es ist klar, dass das richtige numerische Eintreffen der Controle nur eine Probe für die richtige Erfüllung derjenigen Bestimmungsgleichungen abgiebt, aus welchen sie selbst mathematisch hervorgeht, und nicht auch für die übrigen, die keinen Antheil an ihr haben.

Der geradlinige Strahl, welcher an einer der sphärischen Flächen eines centrirten optischen Apparates gebrochen

wird, möge diese Fläche treffen im Punkte P. Durch den Mittelpunkt M der Kugelfläche denken wir uns senkrecht zur optischen Axe eine Ebene gelegt: der auffallende Strahl (nöthigenfalls vor- oder rückwärts verlängert) durchdringe dieselbe in Q, der gebrochene aber in Q′[2]). Der eine wie der andere wird nach seiner Lage im Raume vollkommen bestimmt durch je vier Stücke, die sehr verschieden gewählt werden können; wir nehmen dafür zwei Coordinaten, welche in der durch M gelegten Transversal-Ebene die Lage des Punktes Q (oder resp. Q′) fixiren, und zwei Winkel, durch welche die Richtung definirt wird, unter der der Strahl (oder seine virtuelle Fortsetzung) den Punkt Q (resp. Q′) passirt. Es ist die Aufgabe, aus den gegebenen vier Stücken für den auffallenden Strahl zu berechnen die vier ähnlichen für den gebrochenen, — natürlich unter Voraussetzung der Kenntniss des Brechungsverhältnisses und der Krümmung der brechenden Sphäre. Weil ferner, wenn mehrere Brechungen auf einander folgen, bei dem Uebergang von der Einen zur andern jedesmal der Punkt M ein anderer wird, und also die durch ihn gelegte Transversal-Ebene sich zugleich verrückt, so muss auch der Zusammenhang hergestellt werden zwischen den Coordinaten, welche sich auf die Eine beziehen, und denjenigen in der nächstfolgenden.

Die Ebene des Dreiecks PQM enthält den auffallenden Strahl PQ und das Einfallsloth PM: folglich nach dem Gesetze der Brechung auch den gebrochenen Strahl PQ′. Oder mit andern Worten: die beiden Ebenen PQM und PQ′M coincidiren. Folglich haben sie auch eine gemeinschaftliche Durchschnittslinie mit der durch M gelegten Tranversal-Ebene, d. h. die drei Punkte Q, Q′, M liegen in einer Geraden, oder die beiden Radienvectoren, welche von M aus nach Q

2) Die Benennungen werden hier, soweit es thunlich ist, conform gewählt denjenigen bei Gauss.

und Q' gezogen werden, haben einerlei Richtung[3]). Bedient man sich also zur Bestimmung der Lage von Q und Q' innerhalb unserer Transversalebene der Polarcoordinaten, nehmlich der eben gedachten Radienvectoren MQ = u, MQ' = u', und der von diesen mit einer festen Richtung gebildeten Winkel, so hat man den Vortheil, dass die anguläre Coordinate durch die Brechung sich nicht verändert.

Die feste Richtung, von der aus die Polarwinkel zählen, ist an sich ganz willkührlich, sie soll aber in allen nach einander zur Betrachtung kommenden Transversal-Ebenen dieselbe sein, d. h. in diesen verschiedenen Ebenen bezeichnet durch unter sich parallele und von der optischen Axe aus in gleichem Sinne Einseitig gezogene Gerade. Der Bequemlichkeit des Ausdrucks halber mag sie für uns die Richtung von M aus nach oben heissen: (wobei die Vorstellung horizontaler Lage der optischen Axe zu Grunde liegt); — von ihr an werden die Winkel, welche verschiedene aus M gezogene (und nie rückwärts über M verlängerte) Radienvectoren mit ihr einschliessen, alle in Einem festgesetzten Sinne („rechts herum" sei er genannt) durchgezählt von 0 bis 360 Grad[4]). In dieser Weise gerechnet

---

3) Im Falle die sphärische Fläche eine spiegelnde statt einer brechenden wäre, würden beide Richtungen einander diametral entgegengesetzt sein: von diesem besondern und zugleich besonders einfachen Fall werde ich im Folgenden nicht weiter reden.

4) Es ist übrigens erlaubt, von dem so gerechneten Winkel 360° abzuziehen, also z. B. statt der Winkel im 3. und 4. Quadranten negative stumpfe oder spitze Winkel einzuführen, — überhaupt beliebige Vielfache der ganzen Kreisperipherie zu addiren oder zu subtrahiren, — weil dadurch weder die durch die Winkel bestimmten Richtungen noch die goniometrischen Functionen der ganzen Winkel sich ändern, halbirte oder sonst getheilte Winkel aber in unseren Ausdrücken nicht auftreten.

bezeichne U den gemeinschaftlichen Winkel unserer beiden Radienvectoren MQ, MQ' mit der Richtung nach oben, während u, u' die (nothwendig positiven) Längen dieser Radienvectoren vorstellen.

Durch diese Polarcoordinaten u, U und resp. u', U werden die Durchschnittspunkte Q, Q' des Strahles, vor und nach der Brechung, mit der festen Transversalebene fixirt. Die Winkel, welche wir noch gebrauchen zur Bestimmung der Richtung, aus welcher er auf jene Punkte gelangt, kann man, in der Sprache der sphärischen Astronomie, kurzweg bezeichnen als die scheinbare Distanz (w) desjenigen Punktes am Himmel, auf welchen der rückwärts verlängerte Strahl weist, von der Mitte des Gesichtsfeldes, und als den Positionswinkel (p) eben dieses Punktes am Himmel, genommen an der Mitte des Gesichtsfeldes und von der Richtung nach oben aus. Ohne diese technische Ausdrucksweise definirt man dieselben Grössen wie folgt: Denkt man sich von Q aus nach derjenigen Seite zu, von welcher her ursprünglich das Licht kommt, eine Parallele mit der optischen Axe gezogen, so wird dieselbe mit dem auf der nehmlichen Seite unserer Transversal-Ebene liegenden Stück des auffallenden Strahles (oder seiner Verlängerung) einen Winkel bilden, den wir w nennen (und welcher klein ist in den zunächst wichtigen Fällen); projecirt man ferner das eben bezeichnete Stück unseres Strahles in unsere durch M gelegte Transversalebene, so schliesst seine (von Q aus einseitig fortgehende) Projection mit der aus Q nach oben führenden Richtung einen Winkel p ein, welcher von der letzteren Richtung aus genau so, wie vorhin U, nehmlich rechts herum bis zu 360° gezählt werden soll[5]). Für den ge-

---

5) **Man kann auch w, p analog dem u, U definiren, nehmlich w als den angulären Werth des Radiusvectors, p als den Polarwinkel**

brochenen Strahl treten zwei analoge Winkel w′, p′ (deren Scheitel in Q′ liegen) an die Stelle von w, p.

Um den Uebergang von den Grössen u, w, p zu den durch die Brechung veränderten Werthen u′, w′, p′ in einer für die Zahlenrechnung angemessenen Weise herzustellen, ist noch die Einführung von einigen Hilfswinkeln nöthig. Wir bezeichnen mit λ den (inneren) Winkel bei Q im Dreieck PQM, mit λ' den analogen bei Q′ im Dreiecke PQ′M, ferner mit S den Winkel bei P im ersteren Dreiecke, d. h. den Einfallswinkel des Strahls, mit S′ den ähnlichen im zweiten Dreiecke, oder den Brechungswinkel.

Das Verhältniss der Sinus der beiden letzteren Winkel ist nach dem Brechungsgesetz für Strahlen irgend einer bestimmten Farbe eine von der Natur der beiden Medien abhängige Constante; wir setzen, nach der üblichen Bezeichnung

$$\text{Sin S} : \text{Sin S}' = \frac{1}{n} : \frac{1}{n'}.$$

Der Radius der brechenden Kugelfläche, ausgedrückt in derselben Längeneinheit, deren man sich für die Radienvectoren u, u′ bedient, sei mit R bezeichnet. Wir nehmen hier diese Grösse immer als positiv an, und halten die beiden Fälle, in welchen die Sphäre ihre Convexität oder Concavität gegen diejenige Seite wendet, von welcher her ursprünglich das Licht kommt, in den Formeln durch Doppelzeichen auseinander. Ueberall bezieht sich im Folgenden, wo ein solches Doppelzeichen steht, das obere auf den ersten, das untere auf den zweiten der so eben bezeichneten Fälle. Man könnte beide durch ein und dieselbe Formel umfassen, wenn man an R selbst (wie es

---

des Punktes, in welchem der Strahl eine auf der Axe senkrechte Ebene trifft, welche auf derjenigen Seite, von der das Licht kommt, in unendlicher Entfernung gedacht wird.

gewöhnlich geschieht) ein Vorzeichen unterscheiden und zugleich die Definition der Winkel λ, λ' etwas anders einrichten wollte, als wir sie aufgestellt haben: für den Gebrauch in numerischer Rechnung, und besonders für die mit derselben zu verbindende geometrische Vorstellung scheint mir aber die hier getroffene Anordnung etwas bequemer.

Zu den gegebenen Grössen w, p, U wird zuerst λ berechnet. Wir denken uns um den Punkt Q unserer Transversalebene, und zwar auf derjenigen Seite der letzteren, von welcher her ursprünglich das Licht kommt, mit beliebigem Radius eine Halbkugel beschrieben: auf der Oberfläche derselben werde momentan mit α der Punkt bezeichnet, in welchem sie von einer durch Q parallel zur optischen Axe gelegten Geraden getroffen wird: mit σ der Punkt, in welchem sie von Strahl PQ (oder dessen Verlängerung) durchdrungen wird: mit μ (in unserer Transversalebene gelegen) der Punkt, in welchem der über Q hinaus verlängerte Radiusvector MQ sie trifft. Im sphärischen Dreiecke $\alpha\sigma\mu$ ist Seite $\alpha\mu = 90^0$, Seite $\alpha\sigma$ = w; der Winkel bei α hat einen der Werthe U—p oder p—U; endlich ist Seite $\mu\sigma$ gleich dem äusseren oder dem inneren Winkel bei Q im ebenen Dreiecke PQM, also gleich 180^0-λ oder λ, je nachdem der Punkt P auf derselben Seite der Transversalebene liegt, auf welcher unsere Halbkugel gedacht wird, oder auf der entgegengesetzten, d. h. je nachdem die Convexität der brechenden Fläche nach der Seite gerichtet ist, von welcher her ursprünglich das Licht kommt, oder nach der andern. Man erhält daher, mit der oben angegebenen Bedeutung des Doppelzeichens:

1) $$\cos \lambda = \mp \operatorname{Sin} w \cos (p-U)$$

Die Bestimmung von λ durch seinen cosinus ist frei von Zweideutigkeit, weil der Winkel seiner Definition nach zwischen 0 und 180^0 liegen muss. Zugleich ist sie günstig

für die numerische Rechnung, weil in den zunächst wichtigen Fällen λ von 90^0 wenig verschieden ist.

Man kennt jetzt im ebenen Dreieck PQM die Seiten PM = R, QM = U und den Winkel λ bei Q; man kann also rechnen den Winkel bei P, d. h. den Einfallswinkel S des Strahles:

$$2)\qquad \text{Sin S} = \frac{\text{u Sin } \lambda}{\text{R}}$$

und mit ihm sogleich den analogen Winkel im Dreiecke PQ'M, nehmlich den Brechungswinkel:

$$3)\qquad \text{Sin S}' = \frac{\text{n}}{\text{n}'}\,\text{Sin S}$$

Im letzteren Dreiecke ist nun auch der Winkel bei Q', oder λ', bekannt, weil der dritte Winkel, bei M, den beiden Dreiecken gemeinschaftlich und also $\lambda' + \text{S}' = \lambda + \text{S}$ ist:

$$4)\qquad \lambda' = \lambda + (\text{S}-\text{S}')$$

Ferner findet man die Seite MQ' = u' desselben Dreiecks:

$$5)\qquad \text{u}' = \frac{\text{R Sin S}'}{\text{Sin } \lambda'} = \text{u}\,\frac{\text{n}}{\text{n}'}\,\frac{\text{Sin } \lambda}{\text{Sin } \lambda'}$$

Rechnet man diesen Werth nach den beiden angesetzten Formeln, die ihn genau übereinstimmend ergeben müssen, so controlirt sich zugleich die richtige Bildung von Sin S und Sin S' gemäss den Gleich. 2) und 3). Der Quotient $\frac{\text{Sin } \lambda}{\text{Sin } \lambda'}$ wird ohnediess noch gebraucht.

Der Punkt Q' ist jetzt durch seine Polarcoordinaten u' U bestimmt. Es fehlen noch für den gebrochenen Strahl die Grössen w', p'. Die Eine der nöthigen Gleichungen ergiebt sich ohne Weiteres aus 1), wenn man die Zeichen λ, w, p mit Accenten versieht (und U beibehält); weil natürlich für den gebrochenen Strahl ein sphärisches Dreieck völlig analoger Bedeutung mit dem vorhin betrachteten existirt. Die zweite Gleichung erhält man am direktesten

durch die Bemerkung, dass (nach der vorhin angewandten Bezeichnung) der Winkel bei μ im ersteren Dreieck übereinstimmen muss mit dem entsprechenden im zweiten. Denn die Ebene des grössten Kreises $\sigma\mu$ geht durch den auffallenden Strahl und durch den Mittelpunkt M: sie bleibt also nach dem Brechungsgesetz unverändert, wenn man den gebrochenen Strahl statt des auffallenden nimmt; die Ebene des grössten Kreises $\alpha\mu$ aber (welche mit jener den Winkel μ einschliesst) enthält die beiden Geraden $Q\mu$, die über Q verlängert die Axe in M schneidet, und $Q\alpha$ die der Axe parallel ist: sie enthält also selbst die Axe, oder sie ist die durch die Axe und durch den Radiusvector MQ gelegte Ebene. Da nun MQ' und MQ in der Richtung auf einander fallen, so bleibt auch diese Ebene unverändert, wenn man Q' an die Stelle von Q setzt, — und die aufgestellte Behauptung ist hiemit evident.

Der Ausdruck für Sin μ, wie er aus dem ersten sphärischen Dreiecke sich ergiebt, nehmlich $\frac{\text{Sin}\, w\ \text{Sin}\,(p\text{-}U)}{\text{Sin}\ \lambda}$ muss sonach gleich sein dem ähnlichen, welchen das zweite Dreieck liefert, und in welchem w', p', λ' statt w, p, λ auftreten. Man hat daher jetzt zur Berechung von w', p' die zwei Gleichungen:

$$6)\qquad \text{Sin}\, w'\ \text{Sin}\,(p'-U) = \frac{\text{Sin}\ \lambda'}{\text{Sin}\ \lambda}\ \text{Sin}\, w\ \text{Sin}\,(p-U)$$

$$7)\qquad \text{Sin}\, w'\ \cos\,(p'-U) = \mp \cos\ \lambda'$$

Weil w' einen spitzigen Winkel vorstellt, dessen Sinus nothwendig positiv ist, so kennt man die Vorzeichen von Sin und cos (p'—U), kann also in keinem Zweifel sein wegen des Quadranten. Was w' angeht, so ist zu bemerken, dass der Winkel selbst in der weiteren Rechnung nicht gebraucht wird, sondern neben dem Sinus nur noch die Tangente; diese letztere kann man auch direct berechnen. Wenn man nehmlich aus den beiden sphärischen Dreiecken

statt des Sin μ den cos μ bestimmt, so findet man ihn aus dem ersten $= \frac{\cos w}{\text{Sin } \lambda}$ aus dem zweiten $= \frac{\cos w'}{\text{Sin } \lambda'}$; man hat also auch

$$\cos w' = \frac{\text{Sin } \lambda'}{\text{Sin } \lambda} \cos w$$

Diese Gleichung würde vor Nr. 6 den Vorzug grösserer Einfachheit haben, sie liefert aber für die numerische Rechnung in den praktisch wichtigsten Fällen, in welchen w und w′ klein sind, eine ungünstigere Bestimmung des Winkels. Verbindet man sie dagegen mit 6, so erhält man noch

$$8) \qquad \text{tg}\, w' = \text{tg}\, w \frac{\text{Sin } (p-U)}{\text{Sin } (p'-U)}$$

so dass der Rechner die Wahl hat, den Logarithmus der Tangente (welcher beim Uebergang zur folgenden Brechung jedenfalls gebraucht wird) entweder zum vorher gefundenen des Sinus aus der Tafel zu nehmen, oder ihn selbständig aus Zahlen zu bilden, die bereits vorliegen. Für die Controle der Rechnung hätte übrigens die Uebereinstimmung der beiderlei Werthe wenig Gewicht, weil die Gl. 8 aus der ohnedies benützten Gl. 6 direkt mit Hilfe der Gl. für cos w′ hervorgeht, diese letztere aber (in der nur Grössen vorkommen die nahe = 1 sind) durchaus kein empfindliches Kriterium abgiebt. Ein ungleich besseres liefert die folgende Gleichung:

$$\text{I)} \qquad \pm \frac{\text{Sin } (S-S')}{\text{Sin } (p-p')} = \frac{\text{Sin}\,\lambda \ \text{Sin}\, w'}{\text{Sin } (p-U)} = \frac{\text{Sin}\,\lambda' \ \text{Sin}\, w}{\text{Sin}\,(p'-U)}$$

vorausgesetzt, dass man nicht bloss die Zahlenwerthe der beiden (nach Gl. 6 identischen) letzten Ausdrücke, sondern auch den des erstern dabei zuzieht. Man überzeugt sich von ihrer Richtigkeit, indem man links Zähler und Nenner mit Sin w Sin w′ multiplicirt, im Zähler gemäss Gl. 4 $\lambda'-\lambda$ statt S—S′ setzt, im Nenner aber Sin (p—p′) = Sin[(p—U)—(p′—U)] auflöst, und für die einzelnen Produkte

Sin w cos (p—U), Sin w′ cos (p′—U), Sin w′ Sin (p′—U) nach den Gleichungen 1), 7), 6), ihre Werthe setzt. Hieraus erkennt man zugleich, dass das richtige Eintreffen der Gleichung I, (vorausgesetzt, dass der substituirte Zahlenwerth Sin (S—S′) mit Sin (λ'—λ) übereinstimmt) als eine blosse Consequenz aus den Gleichungen 1), 6), 7) sich ergiebt und nichts als diese controlirt. Andrerseits sind (unter Voraussetzung, dass die Constanten R und $\frac{n}{n'}$ nicht fehlerhaft sind) die Werthe von Sin S und Sin S′ selbst zugleich mit u′ durch die doppelte Berechnung dieser letzteren Grösse nach Gl. 5 geprüft: es wäre aber noch möglich, dass entweder S oder S′ zum richtigen Sinus falsch aufgeschlagen, und dadurch, oder durch ein Versehen in der Bildung ihrer Differenz selbst, S—S′ und in Folge dessen auch λ' fehlerhaft geworden wäre, ohne dass sich dieser Irrthum durch die bisherigen Controlen verriethe[6]). Eine weitere Controle für die angedeuteten Uebergänge muss desshalb erwünscht sein; ich halte die nachstehende für die bequemste. Man hat

$$\frac{\operatorname{Sin} S}{\operatorname{Sin} S'} - \frac{\operatorname{Sin} S'}{\operatorname{Sin} S} = \frac{n'}{n} - \frac{n}{n'}$$

Wenn also gesetzt wird

ad II) $$\frac{n}{n'} = \operatorname{tg} \omega$$

so ergiebt sich

$$\frac{(\operatorname{Sin} S)^2 - (\operatorname{Sin} S')^2}{\operatorname{Sin} S \ \operatorname{Sin} S'} = \operatorname{cotg} \omega - \operatorname{tg} \omega,$$

das ist

II) $$\frac{\operatorname{Sin}(S-S') \ \operatorname{Sin}(S+S')}{\operatorname{Sin} S \ \operatorname{Sin} S'} = 2 \operatorname{cotg} 2\omega$$

6) Wäre S—S′ noch richtig und erst λ' selbst fehlerhaft, so würde die Probe I. den Fehler anzeigen. Ebenso auch, wenn zu richtigem cos λ und Sin λ ein falsches λ wäre aufgeschrieben worden, dessen Fehler sich auf λ' mit übertragen hätte.

Die Grösse zur Rechten ist constant für alle Strahlen gleicher Farbe, welche zwischen denselben beiden Medien gebrochen werden. Hat man die Rechnung für mehrere solche Strahlen gleichzeitig zu führen, so ist es nicht nöthig, die Constante wirklich zu bilden, sondern man hat nur zuzusehen, ob die Grösse links für diese verschiedenen Strahlen einerlei Werth annimmt. Wer selten Fehler begeht und deshalb die Gefahr, eventuell einen grössern Theil des Calculs wiederholen zu müssen, nicht hoch anschlägt, kann überhaupt das Aufschlagen von ω und cotg $2\,\omega$ ersparen, so ferne er mit dem gewöhnlichen Falle zu thun hat, in welchem der Strahl an zwei auf einander folgenden Flächen übertritt aus einem Medium A in B und aus diesem wieder in A, z. B. aus Luft in eine Glaslinse und aus dieser direct wieder in Luft. In diesem Falle ist nehmlich der Werth von $2 \operatorname{cotg} 2\,\omega = \frac{n'}{n} - \frac{n}{n'}$ an den zwei aufeinander folgenden Brechungen der entgegengesetzte, so dass es genügt, sich zu überzeugen, ob auch der Bruch zur Linken in Gl. II. entgegengesetzte numerische Werthe annimmt.

Andrerseits könnte man auch, wenn die Constante $2 \operatorname{cotg} 2\,\omega$ berechnet ist, dafür das Aufschlagen von $\operatorname{Sin}(S-S')$ für die Gleichungen I. und II. ersparen, indem man den Ausdruck dieser Grösse aus der Gl. II. in I. substituiren und so die beiden Controlen in Eine verschmelzen würde. Indessen werden die meisten Rechner vorziehen, ihre Verificationen schon nach den kürzeren Abschnitten evident zu halten [7].

Wenn es in besonderen Fällen ein Interesse hat (etwa

---

7) In keinem Falle kann die Gleichung II. die Prüfung entbehrlich machen, welche man für Sin S aus der doppelten Berechnung von u' (Gl. 5.) erhält: denn jene controlirt ihrer Entstehung nach den Sin S überhaupt nicht.

zur Bestimmung der Oeffnung irgend einer brechenden Fläche) den (spitzen) Winkel Θ zu kennen, welchen das Einfallsloth PM mit der Axe einschliesst, — der übrigens nach dem hier vorgeschlagenen Rechnungsgange sonst nicht gebraucht wird, — so findet man ihn wohl am bequemsten durch die Betrachtung, dass die Distanz des Punktes P von unserer durch M gelegten Transversal-Ebene gemessen wird einerseits durch R cos Θ, andererseits auch durch $\widehat{PQ}$. cos w. Es ist also cos Θ $= \frac{\widehat{PQ}}{R}$ cos w. Setzt man hier statt des Verhältnisses $\frac{\widehat{PQ}}{R}$ zweier Seiten im Dreiecke PMQ das Verhältniss der Sinus ihrer gegenüberliegenden Winkel, so ergiebt sich

$$\cos \Theta = \frac{\text{Sin } (\lambda + S)}{\text{Sin } \lambda} \cos w = \frac{\text{Sin } (\lambda' + S')}{\text{Sin } \lambda'} \cos w'$$

Die Identität der beiden angesetzten Ausdrücke (eine nothwendige Folge des Umstandes, dass die Normale PM für den gebrochenen Strahl dieselbe Bedeutung hat, wie für den auffallenden) lässt sich auch direct erweisen aus Gl. 4), verbunden mit derjenigen, welche schon oben zur Ableitung von Gl. 8) gedient hat. — Die Bestimmung des kleinen Winkels Θ durch seinen cosinus ist zwar etwas ungünstig für die numerische Präcision, man wird aber nicht leicht in den Fall kommen, ihn genau kennen zu müssen, wesshalb ich es unterlasse, hier, wo er weiter nicht vorkommt, eine der minder eleganten Formeln aufzuführen, die zu seiner schärferen Berechnung dienen könnten.

Die bisher aufgestellten Gleichungen enthalten Alles, was auf die Wirkung der einzelnen brechenden Fläche Bezug hat. Trifft nun der bereits gebrochene Strahl auf eine neue solche Fläche, so haben für den Vorgang an dieser

letzteren unsere w', p' dieselbe Bedeutung, welche Anfangs den w und p zukam. Bezeichnen wir also durch Buchstaben mit unten angefügten Indices 1, 2, . . . die Grössen, welche für die zweite, dritte etc. Brechung die nehmliche Rolle spielen, wie die gleichnamigen ohne Index für die erste, so wird man haben

$$9) \quad \begin{aligned} w_1 &= w' \\ p_1 &= p' \end{aligned}$$

(dazu auch $n_1 = n'$). Hingegen sind u_1, U_1 nicht identisch mit u' und $U' = U$, weil diese letztern Coordinaten noch zählen in der Transversalebene, welche durch den Mittelpunkt M der ersten brechenden Sphäre gelegt ward, und welcher Q' sowie Q angehört, — während nunmehr der Durchschnittspunkt Q_1 des einmal gebrochenen Strahles mit der Transversalebene des Mittelpunktes M_1 der zweiten brechenden Kugel in Betracht kommt. Die Distanz der letzteren Ebene von der ersten, oder des Punktes M_1 von M, (natürlich ausgedrückt in gleichem Maasse wie R und wie die u, u') werde hier mit D bezeichnet: positiv im Falle M auf derjenigen Seite von M_1 liegt, von welcher her ursprünglich die Strahlen kommen, und negativ im entgegengesetzten. Will man statt ihrer die (in der Axe gemessene) Dicke d der zwischen den beiden brechenden Flächen gelegenen Schicht einführen, so hat man

$$D = d \mp R \pm R_1$$

wo vor jedem einzelnen der Halbmesser R, R_1 das obere oder untere Zeichen anzuwenden ist (je nach Lage der Fläche zu welcher er gehört) conform unserer allgemeinen Regel.

Die bequemste Form für die Berechnung der Grössen u_1 U_1 erhält man am directesten auf die Art, dass man sich den Punkt Q' und das ganze zwischen ihm und Q_1 liegende Stück des einmal gebrochenen Strahles der Axe parallel projicirt denkt in die neue durch M_1 gelegte

Transversalebene. Die Länge der Projection dieses Stückes ist (abgesehen vom Vorzeichen) D tg w'; wenn man also innerhalb der eben gedachten Ebene Abscissen dieser Länge parallel und Ordinaten senkrecht auf ihr rechnet, so ist auch D tg w' der Unterschied der Abscissen beider Endpunkte unseres Stückes, während ihre beiden Ordinaten gleich sind. Aus dieser Betrachtung erhält man die Gleichungen:

$$10) \left\{ \begin{aligned} u_1 \operatorname{Sin}(p'-U_1) &= u' \operatorname{Sin}(p'-U) \\ u_1 \cos(p'-U_1) &= u' \cos(p'-U) - D \operatorname{tg} w' \end{aligned} \right.$$

zur Bestimmung von u_1 und U_1. (Weil erstere Grösse positiv sein muss, ist der Quadrant von $p'-U_1$ fest gelegt.) Zur Controle kann man die aus beiden abgeleitete Formel benützen:

$$\text{III.} \quad \frac{D \operatorname{tg} w'}{\operatorname{Sin}(U-U_1)} = \frac{u_1}{\operatorname{Sin}(p'-U)} = \frac{u'}{\operatorname{Sin}(p'-U_1)}$$

Sind hiernach u_1 U_1 gefunden, und also w_1, p_1, u_1, U_1 nunmehr bekannt, so wiederholen sich in Bezug auf die zweite Brechung alle Rechnungen, welche in Bezug auf die erste nach den Gleichungen 1) bis 7) vorzunehmen waren: man findet so der Reihe nach Grössen λ_1, S_1, S'_1 (mit Hilfe von $n_1 = n'$ und $n'_1 = n_2$), λ'_1, u'_1, $w'_1 = w_2$, $p'_1 = p_2$, und wird ganz in derselben Weise auch noch weitere Brechungen verfolgen, wenn solche vorkommen. Zuletzt wird es sich dann darum handeln, zu untersuchen, wo der definitiv gebrochene Strahl die Ebene durchdringt, in welcher das Bild betrachtet werden soll. Zu dem Ende kommen wieder die Formeln 10) in Anwendung; wenn nehmlich in denselben unter w', p' die letzten Werthe dieser Grössen, unter u', U die Polarcoordinaten des Punktes verstanden werden, in welchem er, in seiner schliesslichen Lage, die Transversalebene des letzten Mittelpunktes durchdringt, und wenn jetzt D die Distanz der Bildebene von diesem letzten Mittelpunkte bezeichnet (positiv im Falle die Strahlen bei

ihrer ursprünglichen Richtung später auf die Bildebene als auf die Mittelpunktsebene treffen würden), so werden u_1 U_1 übergehen in die Polarcoordinaten des Punktes der Bildebene, den der austretende Strahl trifft, — und zwar, wie immer, der Radiusvector gerechnet von der Axe aus, und der Polarwinkel rechts herum gezählt aus der Richtung nach oben.

Auch dann sind die Gleichungen 10) anzuwenden, wenn in der ursprünglichen Lage des auffallenden Strahles neben w und p nicht direkt sein Durchschnittspunkt mit der Ebene des ersten Mittelpunktes gegeben wäre, sondern statt des letztern der Punkt, in welchem er durch irgend eine andere auf der Axe senkrechte Ebene passirt, etwa durch diejenige des Kreises, der die erste sphärische Fläche begrenzt, oder auch durch die Ebene eines anvisirten Objectes. Nennen wir v, V die Polarcoordinaten in einer solchen Ebene, Δ den Abstand der letzteren von der Ebene unseres ersten Mittelpunktes M, und rechnen wir letztere Grösse positiv in dem Falle, der in der Anwendung der gewöhnlichere sein wird, nehmlich von M aus nach der Seite, von welcher die Strahlen ursprünglich kommen, so spielen hier die gegebenen Grössen w, p, v, V, Δ und die gesuchten u, U der Reihe nach genau dieselben Rollen, wie die Grössen w', p', u', U, D, u_1, U_1 in der vorigen Betrachtung; man wird also haben:

$$u \operatorname{Sin}(p-U) = v \operatorname{Sin}(p-V)$$
$$u \cos(p-U) = v \cos(p-V) - \Delta \operatorname{tg} w$$

und die Controle

$$\frac{\Delta \operatorname{tg} w}{\operatorname{Sin}(V-U)} = \frac{v}{\operatorname{Sin}(p-U)} = \frac{u}{\operatorname{Sin}(p-V)}$$

Bei dem wirklichen Gebrauche der Formeln wird der Rechner von selbst darauf aufmerksam sein, dass sehr viele der vorkommenden Grössen in ganz gleicher Weise in mehreren Gleichungen auftreten, wodurch die Arbeit be-

deutend verringert wird. Wenn z. B. nach den letzten Gleichungen cos. und Sin (p—U) gefunden worden sind, so dient der cosinus direct wieder in Gl. 1), der Sinus in Gl. 6) und in 8); ebenso kommen die nach 6) und 7) berechneten Sin. und cos. von p′—U wieder vor in 10), der Sinus auch noch in 8); die Differenz S—S′ in Gl. 4) und ihr Sinus in den Controlgleichungen I. und II.; das Verhältniss $\frac{\text{Sin } \lambda}{\text{Sin } \lambda'}$ in 5), und sein reciproker Werth in 6), sowie auch in der Gl. für cos w′, und dergleichen mehr. —

Es giebt einen Ausnahmsfall, in welchem die von uns gewählte Art, die Lage des Strahles zu bestimmen, nicht anwendbar ist, nehmlich den Fall einer brechenden Planfläche. Hier würde die zugehörige Mittelpunktsebene ins Unendliche fallen, und damit den Dienst versagen. Dafür bietet sich von selbst die Aushilfe dar, hier unsere Transversalebene mit der brechenden Ebene coincidiren zu lassen, d. h. für u, U die Polarcoordinaten desjenigen Punktes zu wählen, in welchem die Planfläche vom Strahle getroffen wird. Sind dieselben nicht im Voraus gegeben, so werden sie, wenn noch keine Brechung vorausgegangen ist, nach den letzten Gleichungen, im andern Falle nach den Gleichungen 10) berechnet: natürlich muss jetzt für $\triangle$ oder D derjenige Werth genommen werden, welcher der Distanz von der vorher betrachteten Transversalebene bis an die brechende Ebene selbst entspricht. Durch die Brechung an dieser werden dann u, U beide nicht verändert, weil der Auffallspunkt auch dem gebrochenen Strahle angehört; man hat also hier $u' = u$. Auch die übrigen Gleichungen der Brechung vereinfachen sich. Weil nehmlich das Einfallsloth der Axe parallel wird, so ist hier $S = w$ und $S' = w'$; man hat daher einfach

$$\text{Sin } w' = \frac{n}{n'} \text{Sin } w$$

und dazu $p' = p$
weil die Brechungsebene, welche der Strahl nicht verlässt, hier selbst durch die in seinem Auffallspunkte der Axe parallel gezogene Gerade geht. Es sind also die vier Bestimmungsstücke für die Lage des gebrochenen Strahles bekannt (w', $p' = p$, $u' = u$, U); hat man Anlass, seinen Weg noch weiter zu verfolgen, und zu dem Ende eine neue Transversalebene einzuführen, so dienen abermals die Gleichungen 10) in der Weise, dass der eine Endpunkt der Distanz D in der brechenden Planfläche selbst liegt.

Die vorstehenden Rechnungsvorschriften (welche natürlich auch den speciellen Fall eines in der Axenebene gelegenen Strahles mit umfassen) schliessen sich in ihrer Gestalt sehr nahe denjenigen an, welche für den eben gedachten besondern Fall im allgemeinen Gebrauch sind. Ich muss indessen zum Schlusse bemerken, dass ich für die eigentlich angemessene (d. h. der Natur der Aufgabe am besten entsprechende) Art, in oder ausser der Axenebene den Gang des Lichtes durch optische Apparate rechnerisch zu verfolgen, eine wesentlich andere halte, nach welcher man direkt nicht die ganzen Grössen sucht, welche die Lage eines Strahles nach beliebig viel Brechungen bestimmen, sondern nur ihre Abweichungen von denjenigen Werthen, die nach den Näherungsformeln (ersten Grades) stattfinden würden. Nach diesem Verfahren hat man nur mit kleinen Grössen zu agiren, die durch wenige Decimalen genau genug gefunden werden, weil sie unmittelbar Das repräsentiren, was uns im optischen Bilde als Fehler erscheint. Auch diese Behandlung der Aufgabe ist eleganter Ausdrücke fähig, welche in einer ganz analogen Beziehung zu denjenigen der früher von mir entwickelten Fehler dritter Ordnung (im allgemeinen Falle des Raumes) stehen, wie die „Gleichungen mit endlichen Differenzen" zu den Differentialformeln. Indessen entfernt sich das angedeutete Verfahren ziemlich stark von der rechnerischen Gewohnheit der Optiker, deren praktisches Bedürfniss ich bei der gegenwärtigen Publikation zunächst im Auge habe; ich verspare daher das Nähere für eine andere Gelegenheit.

Herr Vogel, jun., legt seine von der königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin gekrönte Preisschrift:

„Ueber die Aufnahme der Kieselerde durch Vegetabilien"

der Classe vor und berichtet über deren Hauptresultate folgendes:

Die in grösserem und kleinerem Maasstabe ausgeführten Versuche umfassen eine Behandlung des Bodens mit krystallisirter und amorpher Kieselerde und zwar speciell auf Cerralien und Wiese angewendet. Befindet sich in einem Boden von vornherein amorphe Kieselerde oder wird ihm dieselbe als Dünger zugeführt, so erwächst hieraus der wesentliche Vortheil, dass die bei erwachender Vegetation zuerst stattfindende Umwandlung der krystallisirten in die amorphe Modifikation erspart wird; die amorphe und gelöste Kieselerde wird sogleich von der Ackerkrume absorbirt und dient unmittelbar der Pflanze zur Nahrung. Die Ackererde oder beziehungsweise deren Gehalt an organischen Bestandtheilen ist die Vermittlung zur Kieselerdeaufnahme, ohne Gegenwart von Ackererde ist die Aufnahme der Kieselerde den Pflanzenwurzeln im hohen Grade erschwert. Wird in irgend einer Pflanzenasche Kieselerde in reichlicher Menge nachgewiesen, so kann wohl mit Bestimmtheit angenommen werden, dass sie auf einem an organischen Bestandtheilen reichen Boden gewachsen sei. Der Kieselerdegehalt der Pflanzen steht mit dem Gehalte an Organismen des Bodens in einem bestimmten Verhältnisse, ja derselbe ist weniger von dem Kieselerde- als dem organischen Gehalte des Bodens abhängig. Bei der grossen und allgemeinen Verbreitung der krystallisirten Kieselerde in allen Bodenarten wird ihre Aufnahme für die Pflanzen vorzugsweise durch die im Boden vorhandenen oder

durch Dünger zugeführten organischen Bestandtheile bedingt. Hieraus erklärt sich auch die enorme Verschiedenheit in den analytischen Angaben der Kieselerdemengen in einer und derselben Pflanzengattung, wie sie fast bei keinem andern Pflanzenaschenbestandtheil vorkömmt. Diese Differenzen sind, da doch die Kieselerde in allen Bodenarten vorhanden ist, ohne Zweifel nur auf dem verschiedenen Verhältniss von Organisch und Unorganisch im Boden begründet.

Die Kieseldüngung erzeugt sowohl auf natürlichem, als cultivirtem Boden einen Mehrertrag der Cerealien, welcher sich indess nur auf die Stroherrnte, nicht auf die Körnerernte bezieht. Bei der Behandlung des Bodens mit Kieselpräparaten ist deren Zustand feinster Vertheilung wesentlich, indem hiedurch die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln befördert wird. Bei der Aufnahme der Kieselerde übernimmt die Thätigkeit der Pflanzenwurzeln selbst, so wie die bekannte Absorptionsfähigkeit der Ackerkrume eine wichtige Rolle, Verhältnisse, welche, bekanntlich zuerst Herr Baron von Liebig festgestellt, somit auch von dieser Seite wiederholt Bestätigung finden. Endlich ist noch beobachtet worden, dass durch eine reichliche Düngung des Bodens mit Kieselerde die Tenacität des auf solchem Boden gezogenen Haferstrohes erhöht werde. Zu diesen Versuchen ist der schon früher der Classe vorgelegte Tensionsapparat [1]) benützt worden. Ob die Differenzen indess gross genug sind, um einer solchen Strohsorte vor einer anderen einem kieselarmen Boden entnommenen in technischer Beziehung, z. B. zur Papierfabrikation, den Vorzug zu geben, muss selbstverständlich weiteren Versuchen zu beurtheilen überlassen bleiben.

Im Anschlusse an vorstehende Mittheilung wird der Classe zugleich auch der gedruckte Beurtheilungsbericht der

---

1) Classensitzung vom 16. Februar 1866.

kgl. Akademie der Wissenschaften in Berlin vorgelegt, auf Grund dessen die Zuerkennung des Preises statt gefunden (Oeffentliche Sitzung vom 5. Juli 1866.). Da in dem genannten Berichte besonders auf die in der Preisaufgabe vorgeschlagene Infusorienerde hingewiesen wird als Versuchsmaterial aus der Reihe der entschieden der amorphen Kieselsäure angehörenden Mineralien, — welche aber bisher nicht in den Kreis der Beobachtungen gezogen worden war, — so beabsichtigt der Berichterstatter, die Infusorienerde noch nachträglich in weiteren Düngungsversuchen besonders zur Anwendung zu bringen. Es sind bereits Einleitungen getroffen, mit Infusorienerde ausgedehnte Versuche im nächsten Frühjahre zur Ausführung zu bringen, hiebei den schon betretenen Weg der Versuchsreichen in kleinerem und grösserem Maasstabe befolgend. Von dieser nothwendigen und vielversprechenden Ergänzung der vorliegenden Arbeit, deren Veröffentlichung daher zunächst nur als eine vorläufige zu betrachten ist, wird der Verfasser seiner Zeit, sobald es die Umstände erlauben, der Classe ausführlichen Bericht zu erstatten, sich die Ehre geben.

Herr von Gorup-Besanez in Erlangen übersandte an den Herrn Baron von Liebig eine Abhandlung:

„Zur Kenntniss des Kreosots."

Nach den Untersuchungen von Völckel [1]), mir [2]) Hlasiwetz [3]) und der jüngsten Mittheilung über diesen Gegenstand von H. Müller [4]), durfte man die Frage, ob es wirklich ein von Phenylsäure wesentlich verschiedenes Kreosot gebe, wohl für endgültig erledigt halten. Die kürzlich von A. E. Hoffmann [5]) veröffentlichte Arbeit hatte aber den Zwek das Gegentheil zu beweisen. Eine durch dieselbe mir abgedrungene Erwiederung [6]), in der ich hervorhob, dass das von mir und Hlasiwetz untersuchte, aus Blansko stammende ächte Buchenholztherrkreosot, schon seit Jahren aus dem Handel verschwunden und in Deutschland solches ächte Kreosot überhaupt nicht mehr aufzutreiben sei, hatte zunächst die Folge, dass geh. Hofr. Fresenius so freundlich war, mich davon in Kenntniss zu setzen, dass „der Verein für chemische Industrie in Mainz" seit mehreren Jahren ächtes Buchenholztherrkreosot fabricire und in grossen Mengen in den Handel bringe. Sein gleichzeitiges freundliches Anerbieten, mich zu einer etwaigen Untersuchung mit Material zu versehen, acceptirte ich um so dankbarer, als in der Voraussetzung, das fragliche Kreosot werde mit dem von mir und Hlasiwetz früher untersuchten identisch sein, ich hoffen durfte eine Frage zur Erledigung zu bringen, die sich

1) Völckel Ann. d. Ch. u. Ph. Bd. LXXXVI. S. 66.

2) Gorup-Besanez ebenda Bd. LXXVIII. S. 231; LXXXVI. S. 223; XCVI. 39.

3) Hlasiwetz Ann. d. Ch. u. Ph. Bd. CII. S. 145; CVI. S. 339.

4) H. Müller. Zeitschrift f. Chemie 1864. S. 703 u. Chem. News X. p. 269.

5) A. E. Hoffmann Journal f. prct. Chem. 1865. S. 225.

6) Journal f. prct. Chem. 1866. Hft. 1. S. 225.

auf die von mir dargestellten gechlorten Xylone bezieht. Ch. Gerhardt hat nämlich in seinem Lehrbuche[7]) die von mir für das Hauptprodukt: das Hexachlorxylon aus den Analysen berechnete Formel C_{18} H_6 Cl_6 O_3 in die Formel C_8 H_4 Cl_4 O_2 umgeändert, indem er darauf hinwies, dass dadurch der Körper zum Homologen des vierfach gechlorten Chinons werde, mit dem er in seinen Eigenschaften und Umsetzungen, so grosse Uebereinstimmung zeige. So plausibel aber auch diese Gründe sein mochten, so stand der Adoption der Gerhardt'schen Formeln doch immer noch der Umstand im Wege, dass dieselben für das Hexachlorxylon 35,0 pCt. C und 51,8 pCt. Cl berechnen, während im Mittel 36,72 C und 50,57 Cl gefunden waren. Diese Abweichungen sind zu gross, um auf Rechnung von Beobachtungsfehlern gesetzt zu werden und ist diese Auslegung um so weniger zulässig, als ich auf Reinigung des Körpers durch häufiges Umkrystallisiren aus Alkohol und wiederholte Sublimation grosse Sorgfalt verwendet hatte. Aber eine andere Möglichkeit liegt vor, nämlich die, dass der Körper ein Gemenge zweier nebeneinanderstehender Homologen war, die in ihren Löslichkeitsverhältnissen zu Alkohol und in ihren Sublimationstemperaturen einander zu ähnlich sind, um sich auf diesem Wege von einander trennen zu lassen.

Diese Voraussetzung gewinnt in den unten folgenden Beobachtungen eine wesentliche Stütze.

Das zu meinen Versuchen dienende rheinische Kreosot, nach der gütigen Mittheilung des geh. Hofrath Fresenius des Verwaltungsraths-Präsidenten „des Vereins für chemische Industrie in Mainz", aus Buchenholztherr bereitet, ist ebensowenig Phenylalkokol wie das böhmische und mährische, aber es ist auch nicht völlig identisch mit letzterem, in so

---

7) Traité de Chimie organique T. III. p. 24.

naher Beziehung es zu ihm auch steht. Identisch ist es wahrscheinlich mit dem von Völckel untersuchten, mit welchem es wenigstens in specifischem Gewicht, Siedepunkt und Elementarzusammensetzung vollkommen übereinstimmt. Gegen Eisenchlorid und gegen verdünnte Essigsäure verhält es sich wie das böhmische, wie denn auch sein Geruch von jenem des böhmischen nicht zu unterscheiden, aber von dem des Phenylalkohols wesentlich verschieden ist.

Bei der Behandlung des rheinischen Kreosots mit chlorsaurem Kali und Salzsäure finden dieselben Erscheinungen statt, wie bei der gleichen Behandlung des von mir früher untersuchten und man erhält nach Beendigung der Einwirkung, goldgelbe glänzende Schüppchen in ziemlicher Menge. Durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Alkohol und durch wiederholte Sublimation gereinigt, zeigte das Produkt in seinem Aeusseren die grösste Uebereinstimmung mit Hexachlorxylon, allein schon bei der Sublimation war mir aufgefallen, dass die zuerst sublimirenden Parthien von den zuletzt kommenden sich darin unterscheiden, dass erstere breite, irisirende, durchsichtige Blättchen darstellten, während letztere eine dichtere, undurchsichtige gelbe Krystallmasse bildeten.

In der That ist das durch Umkrystallisiren aus Alkohol und durch wiederholte Sublimation gereinigte Produkt ein Gemenge von zwei Homologen.

$$\mathrm{C}_7\ \mathrm{H}_2\ \mathrm{Cl}_4\ \mathrm{O}_2$$
$$\text{und}\ \mathrm{C}_8\ \mathrm{H}_4\ \mathrm{Cl}_4\ \mathrm{O}_2$$

welche durch Behandlung mit Chloroform, worin der Körper $\mathrm{C}_7\ \mathrm{H}_2\ \mathrm{Cl}_4\ \mathrm{O}_2$ bei gewöhnlicher Temperatur unlöslich ist, während die Verbindung $\mathrm{C}_8\ \mathrm{H}_4\ \mathrm{Cl}_4\ \mathrm{O}_2$ sich darin löst, ohne Schwierigkeit getrennt werden können. Von diesen beiden Verbindungen macht die erstere den Hauptbestandtheil des Gemenges aus, während die letztere nach der Formel zusammengesetzt ist, die Gerhardt für das Hexachlorxylon vorschlug.

Hlasiwetz hat es durch seine gründlichen Untersuchungen sehr wahrscheinlich gemacht, dass die durch trockne Destillation des Quajakharzes erhaltenen Oele in sehr naher Beziehung zum Buchenholztheerkreosot stehen, insoferne nämlich als Hauptbestandtheile des rohen Guajacols, die Verbindung $Є_7 H_8 Ɵ_2$ und die homologe $Є_8 H_{10} Ɵ_2$ anzusehen sind, während das Buchenholztheerkreosot hauptsächlich die Verbindung $Є_8 H_{10} Ɵ_2$ enthält. Aber Hlasiwetz macht schon darauf aufmerksam, dass bei wiederholter Destillation seines aus der Kaliumverbindung $Є_8 H_9 K Ɵ_2$ abgeschiedenen Oels die bei steigendem Siedepunkte übergehenden Parthieen eine der Formel $Є_9 H_{12} Ɵ_2$ sich sehr nähernde Zusammensetzung zeigen; zwar ist er geneigt, diese Zusammensetzung der letzten Parthieen auf Rechnung einer beginnenden Zersetzung zu schreiben, allein die Möglichkeit, dass dieser Körper, als homologer schon in dem Oele und in dem Buchenholztheeröl-Kreosot, welches nach der in Blansko und Dobriss befolgten Methode aus Buchenholztheer bereitet wird, enthalten ist, scheint mir durch die Erwägungen von Hlasiwetz um so weniger ausgeschlossen, als sich daraus die gefundene Zusammensetzung des Hexachlorxylons auf sehr einfache Weise erklären liesse. So wie die aus dem rheinischen Kreosot erhaltenen chlorhaltigen Körper ein Gemenge der Verbindungen $Є_7 H_2 Cl_4 Ɵ_2$ und $Є_8 H_4 Cl_4 Ɵ_2$ sind, so wäre das Hexachlorxylon ein Gemenge der homologen Verbindungen $Є_8 H_4 Cl_4 Ɵ_2$ und $Є_9 H_6 Cl_4 Ɵ_2$. In der That stimmt die berechnete Zusammensetzung eines derartigen Gemenges zu gleichen Aequivalenten, mit der von mir gefundenen sehr nahe überein, was nachstehende Zusammenstellung zeigt.

	Gefunden im Mittel.	Berechnet n. d. Formel $Є_{17} H_{10} Cl_8 Ɵ_4$
Kohlenstoff	36,72	36,30
Wasserstoff	1,54	1,78
Chlor	50,57	50,53
Sauerstoff	11,17	11,39

Leider ist die Menge des mir noch zu Gebote stehenden Hexachlorxylons so gering, dass ich es dahingestellt lassen muss, ob es mir gelingen wird, damit zu einem entscheidenden Resultate zu gelangen; sei dem aber, wie ihm wolle, so steht doch so viel fest, dass aus dem rheinischen Buchenholztheerkreosot zwei chlorhaltige Derivate erhalten werden können, die den gechlorten Chinonen homolog sind, und aus den Hauptbestandtheilen des rohen Guajacols und des rheinischen Buchenholztheerkreosots sich sehr einfach ableiten lassen, wie nachstehende Formelgleichungen anschaulich machen.

$$C_7 H_8 O_2 + 10 Cl = C_7 H_2 Cl_4 O_2 + 6 H Cl.$$

$$C_8 H_{10} O_2 + 10 Cl = C_8 H_4 Cl_4 O_2 + 6 H Cl.$$

Die Bestandtheile des rheinischen Buchenholztheerkreosots sind demnach die gleichen, wie jene des rohen Guajacols und es ist bemerkenswerth, dass auch das Verhalten beider so sehr ähnlich ist, dass man fragen muss, ob nicht beide Producte identisch sind. Man begegnet bei der Darstellung der Kaliumverbindungen gleichen Schwierigkeiten, erhält aber dieselben aus dem fraglichen Kreosot ebenso leicht, wie aus Guajacol, auf die Weise, dass man das Rohprodukt mit mässig starkem Ammoniakliquor öfters durchschüttelt, die stark gefärbte Laupe abzieht, das Oel wäscht, dann nochmals rectificirt, in dem gleichen Volumen Aether löst und die Lösung mit einem kleinen Ueberschuss sehr concentrirter alkoholischer Kalilösung vermischt. Das Salz scheidet sich sofort in schneeweissen Krystallen aus, die aber am Lichte eine schwach röthliche Färbung annehmen. So wie das rohe Guajacol färbt sich auch das rheinische Kreosot sehr rasch dunkel bis schwarz und auch für sich nimmt es bald eine röthliche Färbung an.

Die durch die Untersuchungen von Hlasiwetz und H. Müller ermittelten Thatsachen, mit den so eben beschriebenen combinirt, lassen mir es kaum mehr zweifelhaft, dass auch bei der trocknen Destillation des Holzes, wie bei anderen

trockenen Destillationen, mehrfache homologe Produkte gebildet werden, die in die Furfurolreihe oder eine damit isomere gehören. Welche Glieder der Reihe in dem als Kreosot bezeichneten Rohprodukte vorwalten, ob die Verbindung $\Theta_7 H_8 \Theta_2$, oder $\Theta_8 H_{10} \Theta_2$ ob endlich $\Theta_9 H_{12} \Theta_2$ mag von der Temperatur, bei der man destillirt, von der Qualität des Holzes und vielleicht auch von der Dauer der Behandlung mit Kali und anderen Umständen bei seiner Darstellung abhängig sein.

Ich bin mit der weiteren Verfolgung des Studiums der chlorhaltigen Produkte und des Kreosots selbst beschäftigt und werde dieser vorläufigen Mittheilung demnächst eine ausführliche Beschreibung der Versuchsergebnisse in den Annalen der Chemie und Pharmacie folgen lassen.

Herr Nägeli übergab einen Vortrag:

„Ueber die Innovation bei den Hieracien und ihre systematische Bedeutung."

(Hiezu eine Tafel.)

Es giebt kaum ein Merkmal zur Unterscheidung der Gruppen und Species in der Gattung Hieracium, bezüglich dessen die herrschenden Ansichten so sehr einer Berichtigung bedürfen, wie die Innovation. Man versteht darunter die Art und Weise, neue Triebe zu bilden, insbesondere den Zustand, in welchem die Sprossanfänge überwintern, um im Frühjahr in blühende Stengel auszuwachsen.

Bis in die neuere Zeit wurde auf die Innovation gar nicht geachtet, selbst nicht von den Hieracien-Monographen Tausch (1828), Monnier (1829) und Froelich (1838) sowie von dem so genauen Pflanzenbeschreiber Gaudin (1829), — wenn wir einzelne zufällige und ohne Beziehung gemachte Bemerkungen in den Beschreibungen ausnehmen. Von Froelich wird bloss ein entfernt verwandter Begriff, der in dem Gegensatz der Phyllopodie und Aphyllopodie beruht, bei zwei Gruppen zum ersten Mal als Unterscheidungsmerkmal benutzt.

Die Eintheilung nach den biologischen Merkmalen des Neuwuchses versuchen zuerst Hegetschweiler und Koch. In seiner Flora der Schweiz spaltet Hegetschweiler (1839) die Gattung Hieracium in drei Hauptgruppen.

A) Wurzelblättrige. Die Wurzel treibt Wurzelköpfe oder Ausläufer. Hieher gehören die Piloselloidea und die Pulmonaroidea. Von den letztern wird angegeben, dass das Rhizom neben dem alten Stengel gegen den Herbst einen Büschel Blätter bildet, aus deren Mitte das nächste Jahr der neue Stengel entsteht.

B) Gemischtblättrige. Die Wurzel entwickelt gegen

den Herbst einige Wurzelblätter (d. h. für die Triebe des nächstfolgenden Jahres). Hieher die Prenanthoidea mit H. alpinum Lin. und H. amplexicaule Lin., die Picroidea, die Villosa, die Barbata (mit H. glanduliferum Hoppe) und die Glauca.

C) Stengelblättrige oder Gemmifera. Die Wurzel treibt keine Wurzelköpfe und keine Blätterbüschel, sondern gegen den Herbst unterirdische weisse, schuppige Gemmen, aus welchen im Frühjahr ein beblätterter Stengel hervorbricht. Hieher die Polyphylla (mit H. umbellatum Lin., H. boreale Fr. etc.)

Hegetschweiler unterscheidet also zweierlei Innovationen, solche mit Blätterbüscheln (bei A und B) und solche mit Gemmen (bei C). Etwas eingehender wurden diese Verhältnisse von Koch auf der Naturforscherversammlung in Erlangen im September 1840 behandelt. Derselbe bestimmt die Aphyllopoden in der Art, dass sie nie Wurzelblätter haben, indem das aus dem Samen sich entwickelnde Pflänzchen sogleich nach der Entwickelung der Samenblätter in den Stengel trete, ohne auf dem Wurzelkopfe einen Büschel von Blättern zu bilden. Am Grunde des Stengels stehen schuppenförmige Blätter, die am meisten ausgebildeten Blätter befinden sich in der Regel im untern Drittel desselben. Dieser erstjährige Stengel blühe gewöhnlich nicht. Er erzeuge im Nachsommer an seinem Grunde eine oder zwei unterirdische Knospen, welche im Frühling des folgenden Jahres zu Trieben sich entfalten. Die letztern seien aphyllopod und dem Stengel des ersten Jahres ähnlich, bringen aber Blüthen hervor und legen am Grunde wieder Knospen an.

Die phyllopoden Hieracien dagegen haben Wurzelblätter und ausserdem Wurzelköpfe, die einen Büschel von Blättern tragen. Das aus dem Samen hervorsprossende Pflänzchen bilde im ersten Jahre bloss eine Blätterrosette. Aus der Mitte derselben erhebe sich im zweiten Jahre der blühende

Stengel, während neue mit Blättern gekrönte Wurzelköpfe erzeugt werden, aus denen im folgenden Jahr blühende Stengel hervorsprossen.

So klar und richtig diese von Koch gegebene Darstellung im Allgemeinen ist, so wenig befriedigt der Schluss des Referats in der Flora (1841, p. 651), „der wesentliche Unterschied der beiden soeben dargestellten Gruppen bestehe demnach darin, dass sich bei den Phyllopoden die Achse des Wurzelkopfes vor der Blüthenbildung nicht zum Stengel verlängere, während sie bei den Aphyllopoden, auch ohne dass die Pflanze bis zur Blüthenbildung fortgeschritten sei, sich in einen Stengel verlängern müsse". Demnach würde das Hauptgewicht auf den Umstand gelegt, dass bei den Aphyllopoden der aus dem Samen sich entwickelnde primäre Trieb selbst nicht zur Blüthenbildung gelangt, während er bei den Phyllopoden, wenn auch erst im zweiten Jahre, mit einem Blüthenstand abschliesst.

Dieser Unterschied ist rein zufällig, indem er von äussern Verhältnissen, nämlich von der Zeit der Aussaat und der Witterung bedingt wird. Wenn die Samen bei uns in Deutschland ins freie Land ausgesäet werden, so zeigen sie meistens das von Koch dargelegte Verhalten. Man kann aber auch alle Hieracien, phyllopode und aphyllopode, im ersten Jahr zur Blüthe und theilweise selbst zur Samenbildung bringen, wenn man sie früh genug in Töpfe säet und später, wenn die Frühlingswärme sich eingestellt hat, ins freie Land pflanzt. Der primäre aus dem Samen hervorgegangene Trieb schliesst also in diesem Falle auch bei den Aphyllopoden mit einer Inflorescenz ab, während er bei verspäteter Entwicklung nicht zur Blüthenbildung gelangt.

Im Jahr 1844 benutzte Koch in der zweiten Auflage der Synopsis florae germanicae et helveticae, nach dem Vorgange Hegetschweilers, die Innovation zur Charakterisirung der Gattungssectionen. Bei den Aurellen, Cerin-

thoideen, Pulmonaroideen, Andryaloideen und Pseudocerinthoideen „überwintern die Blätter der nichtblühenden Wurzelköpfe und sind noch zur Blüthezeit vorhanden". Bei den Prenanthoideen „hat die Pflanze im Herbst an der Wurzel Knospen oder kleine Blätterbüschel, aber die Wurzelblätter und die untern Stengelblätter sterben schon vor der Blüthezeit ab." Bei den Intybaceen und Accipitrinen „hat die Pflanze im Herbst weder Wurzelblätter noch Blätterbüschel sondern Knospen auf der Wurzel."

Diese Eintheilung der Hieracien-Gruppen nach der Innovation wurde sofort von E. Fries mit Begeisterung aufgenommen. Er nennt sie „herrlich und neues Licht bringend; so sei gezeigt, dass viele bisher vereinigte Formen nicht einmal mit einander zu vergleichen seien, indem sie nur analoge Ausbildungsformen in verschiedenen Reihen vorstellen." Er sagt voraus, dass „nach diesen Gründen die Arten zugleich würden reformirt und vermehrt werden" (in Lindblom's Bot. Notiser vgl. Hornschuch's Archiv 1845 p. 266).

In der Monographie, welche Fries im Jahr 1848 unter dem Titel Symbolae ad Historiam Hieraciorum veröffentlichte, spielt denn auch die Innovation der Pflanze als Prinzip der Eintheilung die erste Rolle. In der Einleitung (pag. XVII) sagt er, die Innovation geschehe auf dreierlei Weise: 1) durch Ausläufer (Stolonen), 2) durch Rosetten und 3) durch geschlossene Knospen. Die Fortpflanzung durch Stolonen, der Section der Pilosellen eigenthümlich, komme dem Vermögen nach allen Arten derselben zu, könne aber oft unterbleiben. Dieselbe trete in doppelter Weise auf. Bei den einen Species nämlich (in der Aufzählung gehören hieher die Stirps H. Pilosellae und die Stirps H. Auriculae) bilden die Ausläufer ein an der Oberfläche hinkriechendes Rhizom (rhizoma repens stoloniferum). Bei den andern (in der Aufzählung sind es die Stirpes H. praealti und H. cymosi) entspringen

sie unter der Erde und stellen eine schiefe Wurzel dar (radix a caule discreta). Fries bezeichnet nämlich noch die unterirdischen Stengeltheile als Wurzel.

Die Innovation durch Rosetten, welche unter den einheimischen Arten bei den Sectionen Aurella und Pulmonarea vorkomme, gehe unter Umständen in die erstgenannte über, indem die Rosetten unterhalb der Blätter in einen caudiculus stoloniformis sich verlängern. Die Blätter der Rosetten dauern nur bis im Frühjahr aus; die eigentlichen Wurzelblätter entwickeln sich später aus deren Mittelpunkt und bilden in ihren Achseln zum Theil die neuen Rosetten, indess die letztern bei andern aus der Wurzel selbst hervorgehen.

Die Innovation durch geschlossene Knospen, welche nach dem Absterben des Krautes am Grunde des Stengels sich bilden, gehöre vorzugsweise der Section Accipitrina an. Die ersten Blätter des Triebes bleiben schuppenförmig und bilden eine Knospe. Die folgenden Blätter steigen alle normal am Stengel in die Höhe und seien oft vom Grunde entfernt, wobei die untern vor den obern absterben. Daher seien diese Arten als aphyllopod zu bezeichnen, während diejenigen Species der Sectionen Aurella und Pulmonarea, bei denen die untern Blätter später ebenfalls fehlen, hypophyllopod genannt werden.

In der systematischen Aufzählung wird dann, entsprechend dieser Auseinandersetzung, der Section Pilosella „Innovation durch (oberflächliche oder unterirdische) Stolonen", den Sectionen Aurella und Pulmonarea „Innovation durch Rosetten" und der Section Accipitrina „Innovation durch geschlossene Knospen" zugeschrieben.

Dem Beispiele von Hegetschweiler, Koch und Fries folgten die meisten Systematiker, welche Floren einzelner Länder bearbeiteten. Ich nenne bloss Grenier in der Flore de France 1850, welcher aber den Piloselloiden mit Recht

nicht bloss Stolonen, sondern auch Rosetten und ruhende Knospen zuschreibt und überdem die Stolonen in beblätterte und beschuppte, wurzelnde und nicht wurzelnde trennt und nach diesen Verschiedenheiten auch die Unterabtheilungen der Piloselloiden charakterisirt.

Dagegen gieng Grisebach in der Commentatio über die europäischen Hieracien 1852 von der Innovation als Hauptmoment der Eintheilung wieder ab. Abgesehen davon, dass er bei den Arten der Pilosellen angiebt, ob sie Stolonen besitzen oder nicht, und dass er eine Abtheilung seiner Vulgaten durch „gemmae autumnales squamaceae" charakterisirt, wird der verschiedenen Wurzelsprossbildung weiter keine Erwähnung gethan. — Der Behandlung Grisebachs schloss sich Reichenbach fil. in Deutschland's Flora 1860 an.

Eine besondere eingehende Untersuchung über die Innovation der Gruppe Pilosella Fries stellte Juratzka an (Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins in Wien 1857 p. 531). Die Innovation, welche bei den Piloselloiden für die Erhaltung der Arten eine wichtigere Rolle spiele als die Samen, geschehe auf doppelte Weise: 1) durch Achselknospen und 2) durch Adventivknospen aus den Nebenwurzeln. Aus den Achselknospen entstehen, insofern sie sich nicht zu aufsteigenden blüthentragenden Trieben entwickeln, meistens ober- oder unterirdische Ausläufer, welche in eine bewurzelte Rosette endigen, seltener Rosetten, welche dem Grunde des Stengels aufsitzen und erst im folgenden Jahre in einen blühenden Stengel auswachsen. Die Innovation durch Adventivknospen auf den Nebenwurzeln komme in der Regel bei Arten vor, die keine Achselausläufer haben, so bei H. echioides, H. piloselloides, Formen von H. praealtum. Ueberhaupt scheinen axilläre Stolonen und Knospen auf den Nebenwurzeln einander auszuschliessen, so dass eine Pflanze nie beide Innovationen zugleich entwickele.

Was die systematische Verwendung der Innovations-

Merkmale betrifft, kommt Juratzka zu dem Schlusse, dass dieselben als spezifische Merkmale unbrauchbar seien. Sie sollen nämlich eine zufällige, durch die Bodenbeschaffenheit bedingte Erscheinung sein und daher bei der Veränderung der äussern Verhältnisse sowie auch bei geeigneter Kultur in einander übergehen.

In der zweiten Monographie, welche Fries 1862 als Epicrisis generis Hieraciorum veröffentlichte, bildet die Innovation noch in gleicher Weise und mit fast unveränderter Fassung wie in den Symbolae ein Merkmal der Gattungssectionen.

Nach dieser historischen Darlegung gehe ich zu der Betrachtung der Thatsachen selbst über. Die Fortdauer mehrjähriger Pflanzenstöcke beruht bekanntlich darauf, dass sich jährlich eine Anzahl neuer Organe bildet, und dass ein Theil derselben, während der übrige zu Grunde geht, ausdauert. Entweder bleiben diese perennirenden Theile bloss bis zur nächsten Vegetationsperiode oder durch mehrere Vegetationsperioden hindurch oder selbst die ganze Zeit der Dauer des Pflanzenstockes lebenskräftig. Bei den Hieracien, als perennirenden krautartigen Gewächsen, sterben im Herbste alle oberirdischen Theile ab, und es dauern nur die in und dicht an der Erde befindlichen, das Rhizom (oder die Wurzel im ältern Sinne) aus. Dasselbe besteht aus einer Verzweigung successiver Sprossordnungen, von denen bloss die Basilartheile übrig geblieben sind.

An dem Rhizom und zwar vorzugsweise oder ausschliesslich an den jüngsten Theilen desselben, also an den Sprossen der letzten Ordnung (oder, was das nämliche ist, an dem Grunde der diessjährigen im Herbste absterbenden Triebe)

werden im Nachsommer seitliche Sprossanlagen erzeugt, welche sich mehr oder weniger weit ausbilden, überwintern und im Frühjahr zu oberirdischen blühenden Stengeln auswachsen. Der Zustand, in welchem sich diese Sprossanlagen beim Einwintern befinden, hängt von der Zeit ihrer Entstehung und von der Raschheit ihres Wachsthums ab. Beides aber wird bedingt einerseits durch die spezifischen Wachsthumsverhältnisse der ganzen Pflanze, anderseits durch die äussern Einflüsse.

Die Wachsthumsverhältnisse stimmen darin bei allen Arten überein, dass der aus dem Rhizom entspringende Spross (Stengel) am Grunde mit schuppenförmigen Niederblättern, welche indess auch mangeln können, dann mit grünen Laubblättern und oberhalb mit kleinen schmalen grünlichen Hochblättern besetzt ist, worauf derselbe mit einem Blüthenkopfe abschliesst. Ferner, dass von einem bestimmten Punkte, der höher oder tiefer liegen kann, abwärts alle Blätter Axillarknospen bilden, welche unter günstigen Verhältnissen sich entwickeln und zwar letzteres in absteigender Folge, und welche dann selbst wieder in einen Blüthenkopf ausgehen. Die obern dieser Seitenstrahlen sind meistens nur mit Hochblättern, die untern immer auch mit Laubblättern besetzt. Die untersten dicht an der Erde befindlichen gleichen in allen Theilen dem sie erzeugenden Stengel selber.

Innerhalb dieses gemeinsamen Typus bestehen aber sehr wesentliche spezifische Differenzen, welche durch die Zahl der verschiedenen Blätter und durch die Länge der sie trennenden Stengelinternodien bedingt werden und welche ihrerseits auf das Verhalten der Axillarknospen zurückwirken.

Was zuerst die Zahl der Blätter betrifft, so giebt es, um nur die beiden extremen Fälle zu nennen, einerseits Pflanzen, bei denen sowohl die Niederblätter als die Laub-

und Hochblätter zahlreich vertreten (Hieracium boreale, H. umbellatum etc.), anderseits solche, bei denen sie bloss in sehr beschränkter Zahl vorhanden sind (H. murorum, H. alpinum etc.). Die höchste Reduction können die Niederblätter und die Hochblätter erfahren, erstere können selbst ganz mangeln, indess die Laubblätter nicht unter eine gewisse Zahl zurückgehen. Zwischen den beiden genannten Extremen giebt es Uebergänge mit verschiedenen Combinationen, z. B. spärliche oder mangelnde Niederblätter und zahlreichere Laubblätter (H. vulgatum, H. villosum etc.).

Mit Rücksicht auf die Länge der verschiedenen Stengelinternodien giebt es nur eine bei allen Species constante Erscheinung, diejenige nämlich, dass die Internodien zwischen den untersten Schuppen immer verkürzt sind. Von den übrigen Vorkommnissen übergehe ich diejenigen, welche die Hochblattregion betreffen, da sie wohl für die Systematik überhaupt, nicht aber für die Innovation von Bedeutung sind. Das Verhalten der Internodien in der Niederblatt- und Laubblattregion bietet uns folgende hauptsächlichste Fälle dar.

Bei manchen Arten sind die Internodien zwischen allen Nieder- und Laubblättern verkürzt; die Laubblätter bilden eine Rosette am Grunde des schaftartigen Stengels (H. murorum, H. florentinum, H. glaciale etc.). — Wenn die Internodien zwischen den obersten Laubblättern verlängert sind, so ist der Stengel über der grundständigen Rosette beblättert (H. vulgatum). — Bei andern Arten sind nur die Internodien zwischen den Niederblättern verkürzt, diejenigen zwischen den Laubblättern dagegen verlängert; der beblätterte Stengel hat keine basilare Blattrosette (H. boreale, H. umbellatum). — Endlich giebt es noch solche Arten, bei denen die Internodien zwischen allen oder doch den obern Laubblättern verkürzt sind, während die unter-

halb dieser Stelle befindlichen Internodien (zwischen den untern Laubblättern oder zwischen den Niederblättern) sich strecken. Dadurch entsteht eine gestielte Blattrosette, am Grunde des Blüthenschaftes, deren Stiel mit Laubblättern oder Niederblättern besetzt ist. Dieser Stiel sammt seiner Blattrosette ist in der Regel niederliegend und bewurzelt, und heisst Ausläufer (H. Pilosella, H. Auricula, H. aurantiacum).

In letzter Linie sind noch die spezifischen Verschiedenheiten bezüglich der Entfaltung der seitlichen Knospen zu erwähnen. Wie bereits bemerkt, sind alle Blätter des Stengels bis zu einer gewissen Höhe, die jedoch für verschiedene Arten äusserst ungleich ausfällt, mit entwicklungsfähigen axillären Sprossanlagen versehen, die sich der Reihe nach von oben nach unten entfalten. Wir treffen hier aber auf zwei Typen, die in ihren extremen Erscheinungen äusserst verschieden sind. Die absteigende Folge in der Knospenentfaltung setzt sich entweder ohne Unterbrechung fort, oder sie erleidet eine solche und zerfällt somit in zwei getrennte Entfaltungsreihen.

Ersteres findet man im allgemeinen bei den wenigblättrigen Arten und vorzugsweise bei den mit einer Blattrosette versehenen. Die Entfaltung der Knospen (Verzweigung) kann entweder in der Hochblattregion beginnen (H. murorum, H. glaciale, H. Auricula), oder erst in der Laubblattregion (H. Pilosella, H. glanduliferum, H. piliferum). Von dem Punkte, wo sie begonnen, schreitet sie Blatt für Blatt nach unten. Zuerst bildet sie Verzweigungen des Blüthenstandes, dann beblätterte Aeste, zuletzt Rosetten, die in wahre Stengel auswachsen (H. murorum), oder zuerst blüthentragende Schäfte, dann Rosetten oder Ausläufer (H. piliferum, H. Pilosella) etc. Die Knospen in der Achsel der Niederblätter und oft auch der untern Laub-

blätter bleiben unentwickelt, indem der Entfaltungsprocess nicht bis zu ihnen niedersteigt.

Der zweite Fall zeigt sich im Allgemeinen bei den reichbeblätterten Arten und vorzüglich dann, wenn der Stengel mit zahlreichen Laubblättern besetzt ist. Hier schreitet die Entwickelung der Knospen von der Spitze an nur bis auf eine gewisse Strecke weit fort. Sie beschränkt sich meistens auf die Hochblattregion und bildet die Inflorescenz. Die abwärts davon befindlichen Knospen gelangen nicht zur Entfaltung, so dass die Laubblattregion oft gänzlich oder beinahe gänzlich unverzweigt bleibt. Dagegen entwickeln sich die Sprossanlagen am Grunde des Stengels, die sich in der Achsel der untersten Laubblätter oder der obersten Niederblätter befinden. Sie treten zunächst als Ausläufer, Rosetten oder geschlossene Knospen auf, entwickeln sich später aber zu blühenden Stengeln. Auch diese Entwickelungsfolge beginnt an einem bestimmten Punkte und geht von da Blatt für Blatt abwärts, bis sie erlischt. Die unterhalb dieser Stelle befindlichen Axillarknospen, sei es in den untern Laubblättern und den Niederblättern, sei es in allen oder den untern Niederblättern gelangen nicht zur Entwickelung.

Dass die Entwickelungsfolge sowohl am oberen Ende als am Grunde des Stengels eine absteigende ist, lässt sich leicht direkt beobachten. Was die Spitze des Stengels betrifft, so giebt sie sich überdem durch das centrifugale Aufblühen der Köpfe kund.

Mit Rücksicht auf die Basilarregion sehen wir, dass im Allgemeinen je der obere Seitenspross auch der gefördertere ist, da er sein Wachsthum früher beginnt und in der Regel auch lebhafter betreibt. Die streng absteigende Folge am Grunde des Stengels erleidet aber sowohl oben als namentlich unten leicht Störungen. Dort ist zuweilen über dem obersten und grössten Seitentrieb noch eine oder die andere

wenig entwickelte Knospe sichtbar, was sich in der Regel auf äussere ungünstige Einflüsse zurückführen lässt. Unten wird die Entwicklungsfolge um so unregelmässiger, je weiter sie sich unter die Erdoberfläche erstreckt, und je längere Zeit sie andauert. Wir beobachten hier nicht selten, dass mit Ueberspringung mehrerer Axillarknospen eine tiefere sich entwickelt.

Die einzigen Achselknospen, welche unterhalb der sich entfaltenden Triebe der apicalen und basilaren Reihe unentwickelt bleiben, haben zwar ebenfalls das Vermögen auszuwachsen, aber sie realisiren dieses Vermögen nur unter aussergewöhnlichen Umständen. Wird an einer reichbeblätterten Art der oberste Theil des Stengels im Sommer abgeschnitten, so gelangen die Achselgebilde der übriggebliebenen Laubblätter zur Entwickelung und zwar gleichfalls in absteigender Folge. Ebenso können die Axillarknospen der untern Niederblätter nach einem oder noch mehreren Jahren in Triebe auswachsen, wenn der obere Theil des Rhizoms zu Grunde geht.

Berücksichtigen wir nun bloss die Seitentriebe, welche an der Basis des Stengels, dicht an oder in der Erde entspringen; denn sie sind allein bei der Innovation betheiligt. Dieselben bewurzeln sich und wiederholen morphologisch den Stengel. Sie lassen in ihrer Entwicklung drei Hauptperioden unterscheiden. Zuerst treten sie mit der Niederblattbildung in seltenern Fällen auch sogleich mit der Laubblattbildung als seitliche Knospen auf, dann gelangen sie mit der Laubblattbildung zur Entfaltung einer Rosette und zuletzt zur Bildung von Hochblättern und Blüthenköpfen. Für diese ganze Entwickelung bedarf ein Stengel, je nach seiner spezifischen Organisation und nach den äussern Verhältnissen einer sehr ungleichen Zeitdauer, und da die Sprossbildung an seinem Grunde schon während oder vor der Blüthezeit beginnt, so wiederholt sich der ganze Entwicklungsprocess bei den einen

Hieracien mehrmals während einer Vegetationsperiode, indess er bei andern die ganze Periode ausfüllt und daher jährlich nur einmal eintritt. Bei den letztern besteht das Rhizom aus ebenso vielen Sprossgenerationen als es Jahre zählt. Bei den ersteren können 2—5 Sprossgenerationen desselben einem einzigen Jahre angehören. Es giebt auch alpine Formen, welche normal nur alle zwei Jahre blühen, bei denen somit die Entwickelung des blühenden Sprosses zwei Vegetationsperioden erfordert (H. glanduliferum). Dabei sehe ich von allen Beispielen ab, wo ein Spross accidentell erst nach längerer Zeit zur Blüthe gelangt, indem sein Knospenzustand oder auch sein Rosettenzustand über das gewöhnliche Maass andauert.

Im Herbst, wenn die Vegetetation aufhört, sterben die über der Erde befindlichen Theile ab, auch wenn sie ihren Entwicklungscyclus nicht abgeschlossen haben und zur Fructification gelangt sind. Es dauern nur die Theile unter und an der Erdoberfläche aus. Diese befinden sich, insofern es seitliche Gebilde sind, welche allein im nächsten Jahre zu blühenden Stengeln auswachsen können, bald im Zustande von Knospen, bald von kurzen aufrechten oder von verlängerten niederliegenden Laubtrieben. Ihre Beschaffenheit ist aber verschieden je nach der morphologischen Beschaffenheit der Pflanze und nach der Entwicklungsfolge ihrer seitlichen Gebilde.

Die überwinternden Knospen sind einmal verschieden nach der Zahl der bedeckenden Schuppen. Nur Pflanzen, die zahlreiche Niederblätter bilden, haben grosse reichbeschuppte Knospen (H. boreale, H. umbellatum), während bei denjenigen Arten, deren Stengel nur wenige oder keine Niederblätter hervorbringen, auch die Knospen klein und unvollkommen ausfallen (H. murorum, H. villosum).

Eine andere Verschiedenheit der Knospen wird durch

die mehr fleischige oder häutige Beschaffenheit der Schuppen hervorgebracht. Knospen mit dicken fleischigen Schuppen sind fest und mit nahezu kreisrundem Querschnitte. Sie sind vermöge der reichlichen Reservenahrung offenbar für einen ruhenden Zustand angelegt. Knospen mit häutigen dünnen Schuppen oder Blättern sind weich und zusammengedrückt, nnd für eine ununterbrochene Vegetation bestimmt. Ob eine Knospe die eine oder andere Beschaffenheit annehme, hängt vorzugsweise von deren Lage ab, und wird zunächst durch das raschere oder langsamere Wachsthum bedingt. Befindet sie sich an der Erdoberfläche, so bleiben ihre Blattgebilde häutig und sie wächst sofort aus. Befindet sie sich dagegen unter der Erde, so verdickt sie ihre Schuppen und bereitet sich für einen Ruhezustand vor. Solche wirklich geschlossene Knospen kommen wohl bei allen Hieracien-Arten vor, während diejenigen mit ununterbrochener Entwickelung vielen reichbeblätterten Species gewöhnlich mangeln.

Endlich ist noch eine Bemerkung über die ungleiche Grösse der festen dicken geschlossenen Knospen zu machen, insofern dieselbe von ihrer Stellung in der Entwickelungsreihe der Axillartriebe bedingt wird. Bei einer Pflanze, welche am Grunde des Stengels bloss geschlossene Knospen bildet, sind wegen der absteigenden Entwickelungsfolge die obersten gross; die übrigen nehmen nach unten hin an Grösse allmählich ab. Bei einer Pflanze dagegen, an deren Stengelbasis die Knospen sofort zu Laubtrieben sich entfalten, findet man unterhalb der letztern bloss kleine geschlossene Knospen. Ihre für die Grösse der Pflanze oft auffallende Kleinheit rührt vorzüglich von dem Umstande her, dass es eben die untersten seitlichen Sprosse sind, welche sichtbar werden. Der absteigende Strom von plastischen Stoffen wird zur Entfaltung der obern auswachsenden Knospen verwendet, so dass für die untern geschlossenen

fast nichts mehr übrig bleibt. Daher kommt es, dass bei den meisten Hieracien-Arten die geschlossenen Knospen bisher übersehen, wenigstens nicht erwähnt wurden, weil sie immer nur klein sind.

Die überwinternden Laubtriebe treten immer in der Gestalt von Rosetten auf, die aber mit Rücksicht auf ververschiedene Gesichtspunkte verschieden sein können. Erstlich haben sie einen ungleichen Ursprung. Die Mehrzahl ist aus dünnen weichen Knospen mit ununterbrochener Vegetation entstanden (H. murorum etc.). Andere dagegen verdanken ihr Dasein dem vorzeitigen Auswachsen von dicken, festen geschlossenen Knospen, die für die Winterruhe angelegt waren (Accipitrinen).

Ferner haben die Rosetten ein ungleiches Ansehen, je nachdem die Pflanze, der sie angehören, in der betreffenden Region verkürzte oder verlängerte Stengelinternodien hat. Im erstern Falle befinden sich alle Laubblätter sammt den Niederblättern dicht gedrängt beisammen. Im zweiten Falle sind zwar die obern Blätter der Rosette ebenfalls gedrängt, weil die Internodien sich noch wenig gestreckt haben: doch liegen sie nicht ganz so dicht übereinander, wie im ersten Falle. Die untern Blätter der Rosette dagegen sind sehr locker gestellt, oder selbst merklich von einander entfernt. Insoferne können wir also dichte und lockere Rosetten unterscheiden.

Eine andere Verschiedenheit für die überwinternden Rosetten ergiebt sich endlich noch aus dem Umstande, ob die Internodien des Triebes, der in eine Rosette ausgeht, unterhalb derselben sich beträchtlich in die Länge strecken oder nicht. Im letztern Falle sind die Rosetten sitzend oder kurzgestielt. Im erstern befinden sie sich am Ende eines längern mehr oder weniger horizontalen Stieles und treten als Stolonen auf. Ob dieser Stiel mit Niederblättern oder Laubblättern besetzt sei, hängt lediglich von dem Um-

stande ab, ob er in der Erde oder über derselben sich befindet. Soweit der Ausläufer wirklich hypogäisch ist, trägt er nur schuppenförmige und weissliche Niederblätter. Der epigäische Ausläufer hat grüne Blätter. Liegt er dicht an der Erde im Rasen versteckt, so sind seine Blätter zwar grösser und weniger weisslich als die ächten Niederblätter, aber doch kleiner, schmäler und viel blasser als die Laubblätter.

Ich habe noch einen Factor zu betrachten, welcher auf die Innovationsform Einfluss hat, es ist die Länge der Vegetationsperiode oder das Clima im Allgemeinen und die Witterung insbesondere, namentlich die des Herbstes. Diese Verhältnisse sind besonders für diejenigen Arten wichtig, welche während eines Jahres bloss einmal den vollständigen Entwickelungscyclus von der Niederblattbildung bis zur Fructification zu absolviren vermögen. Kommt eine solche Art in eine Gegend mit wärmerem Clima und folglich mit längerer Vegetationsperiode, oder wird ohne Ortsveränderung die Vegetationsperiode durch einen wärmern Sommer oder durch einen schönen und späten Herbst verlängert, so geht die Entwickelung der Pflanze einen Schritt weiter und sie kann dadurch bei einer andern Innovationsform anlangen. Im umgekehrten Fall, wenn nämlich die Vegetation durch ungünstige Witterung oder eine andere Ursache abgekürzt wird, kann die Innovation auf einer frühern Stufe stehen bleiben. Zur Erläuterung mögen folgende zwei Beispiele dienen.

Eine reichbeblätterte Hieracien-Art treibe jährlich einmal blühende Stengel, an deren Grund im Herbste geschlossene Knospen ausgebildet werden. Eine aussergewöhnlich verlängerte Vegetationsperiode bewirkt, dass die obern dieser Knospen zu Rosetten auswachsen, und dass daher die Pflanzen, statt wie gewöhnlich mit geschlossenen unterirdischen Knospen, nun mit grünen oberflächlichen Blätter-

büscheln überwintern. Das gleiche Resultat kann unter Umständen auch durch eine besonders reichliche Ernährung hervorgebracht werden.

Als zweites Beispiel treibe eine mässig beblätterte Art jährlich gleichfalls nur einmal blühende Stengel; an deren Basis entwickeln sich aber im Herbste Blattrosetten. Wird in Folge kalter Witterung oder in Folge frühen Einwinterns die Vegetationsperiode verkürzt, so können sich die Knospen am Grunde des Stengels nicht mehr entfalten, und die Pflanzen überwintern mit Knospen, statt mit Rosetten. — Tritt dagegen bei der nämlichen Art in irgend einer Weise eine Verlängerung der Vegetation ein, so wachsen die Rosetten, welche den Winter hätten ausdauern sollen, in blühende Stengel aus, welche nun an ihrem Grunde bloss noch Knospen, nicht aber Rosetten zu bilden vermögen. Auch in diesem Falle überwintern die Pflanzen mit Knospen und nicht mit Rosetten.

Es giebt Hieracien-Arten, bei denen normal zweimal oder mehrmals während eines Jahres blühende Stengel gebildet werden. Wenn die Sprossgenerationen dabei streng von einander geschieden sind, so ist der Erfolg einer Verlängerung oder Verkürzung der Vegetationsperiode für die Innovation der einzelnen Pflanze der nämliche, wie bei denjenigen Arten, welche normal nur einen Jahrestrieb hervorbringen. Wir beobachten namentlich, dass die Rosetten durch Knospen ersetzt werden. Doch zeigt sich darin eine Differenz, dass bei den Arten, welche normal nur einmal blühen, in der Regel alle Pflanzen oder doch die grosse Mehrzahl in der Innovation übereinstimmen. Bei denjenigen Species dagegen, welche mehrmals im Laufe des Jahres blühen, weichen die Pflanzen verschiedener Standorte und oft selbst die der gleichen Localität in der Innovation von einander ab. Die einen überwintern mit Knospen, die andern mit Rosetten. Diess rührt daher, weil die ver-

schiedenen Pflanzen nicht gleichzeitig ihre Entwickelungsphasen durchlaufen. Die einen blühen und legen Wurzelknospen an, indess andere dieselben bereits zu Rosetten ausbilden.

Ferner giebt es Arten, bei denen ebenfalls während einer Vegetationsperiode mehrere Stengelgenerationen zur Blüthe gelangen, wo aber diese Generationen der Zeit nach nicht strenge geschieden sind. Hier dauert das Blühen an einem Stock fast ununterbrochen fort, und ebenso die Anlage von Wurzelknospen und die Ausbildung derselben zu Rosetten. Die Verkürzung oder Verlängerung der Vegetation hat bloss noch für den einzelnen Spross, nicht aber für den ganzen Pflanzenstock Bedeutung. Dieser trägt mehrere Stengel, die in ungleichen Entwickelungsphasen sich befinden, und von denen die einen mit Knospen, die andern mit Rosetten an der Basis versehen sind. Man findet daher immer, die Vegetationsperiode mag früher oder später abschliessen, beide Innovationsformen beisammen.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigen die ausläufertreibenden Arten. Die Bildung der Stolonen beginnt sehr frühzeitig, nämlich schon mit oder selbst vor der Anlegung der Blüthenschäfte und verläuft sehr rasch, während mit der Bildung der an ihrem Ende befindlichen Rosette ein Stillstand eintritt. Daher überwintern diese Arten meist mit Stolonen (gestielten Rosetten), seltener mit sitzenden (noch in der Blattachsel befindlichen) Knospen.

Nachdem ich die verschiedenen Innovationsformen sammt deren Beziehungen zu den Organisationsverhältnissen und den äussern Einflüssen im Allgemeinen dargelegt habe, will ich das Verhalten bestimmter Hieracien-Arten betrachten

und daran dann einige Bemerkungen über die systematische Anwendung der Innovationsmerkmale knüpfen.

Ich beginne mit den Accipitrinen und nenne unter den beobachteten Species folgende: H. umbellatum Lin., H. latifolium Spreng., H. rigidum Hartm., H. brevifolium Tausch, H. eriophornm prostratum DC., H. boreale Fr., H. sabaudum Lin., H. robustum Fr., H. foliosum W. Kit., H. crocatum Fr., H. auratum Fr., H. hirsutum Tausch, H. elatum Fr., H. strictum Fr., H. prenanthoides Vill., H. lycopifolium Froel., H. tridentatum Fr., H. norvegicum Fr., H. gothicum Fr.

Die genannten Arten verhalten sich alle im wesentlichen gleich. Die überwinternden Knospen entwickeln sich zu einem reichbeblätterten Stengel. Die Laubblätter sind alle mehr oder weniger von einander entfernt, und bilden keine Rosette. Ausnahmsweise können sie höher oder tiefer am Stengel zusammengedrängt sein. Die untern Blätter sterben frühzeitig ab, so dass der Stengel unten nackt wird. Die Blüthezeit tritt spät und nur einmal ein; bloss abgeschnittene Pflanzen können zum zweiten Mal blühen. Die Axillarknospen am untern und mittlern Theil des Stengels bleiben unentwickelt. Dagegen werden im Nachsommer am Grunde des Stengels und fast immer unter der Erdoberfläche einige geschlossene Knospen von fester Consistenz und weisser Farbe angelegt. Dieselben sind verschieden an Grösse und Gestalt, bald sehr gross, bald mittelgross, bald rundlich-oval, bald länglich oder lanzettlich.

Wenn man mehrere Arten, die sich auf dem nämlichen Standorte beisammen finden, zur nämlichen Zeit untersucht, so giebt die Beschaffenheit der Knospen zuweilen constante Differenzen. Für solche vergleichende Untersuchungen eignet sich besonders der Garten. Doch muss man hiebei mit grosser Vorsicht verfahren, weil die Knospen schon im

Herbste anfangen auszuwachsen, und dabei grösser und länger werden.

In der zweiten Hälfte des Oktober 1864, als ich zum ersten Mal Beobachtungen über die Innovation aller im hiesigen botanischen Garten cultivirter Hieracien anstellte, hatten die meisten der oben genannten Arten ganz geschlossene Knospen, indem die Schuppen genau anlagen. Bei einigen jedoch waren sie nur halb geschlossen, indem die obern Schuppen etwas abstanden. Ich bin jetzt überzeugt, dass darin kein anderer Unterschied liegt, als der, dass bei den einen Arten die vollkommen geschlossenen Knospen sich früher zu entwickeln beginnen als bei andern.

Die Accipitrinen überwintern aber nicht bloss mit unterirdischen Knospen. Die letztern können nämlich schon im Herbste mehr oder weniger auswachsen und eine über der Erdoberfläche befindliche grüne Blattrosette bilden. Es hängt diess von der Witterung des Herbstes und von der Lage der Knospen ab, indem anhaltende Wärme und geringe Entfernung von der Erdoberfläche die vorzeitige Entfaltung begünstigen. Ueberdem kommt aber auch die Natur der Pflanze in Betracht.

Was zuerst die Lage der Knospen betrifft, so können wir als Regel festhalten, dass an dem nämlichen Pflanzenstocke eine Knospe um so eher auswächst, je höher sie inserirt ist. Wir finden daher am gleichen Stengel die Knospen in verschiedenen Entwickelungsstadien. Die oberste hat sich z. B. in eine grössere grüne Rosette, die zweitoberste in eine kleinere blassgrüne Rosette entfaltet. Die dritte fängt an auszuwachsen und ist noch weisslich; die vierte sammt den folgenden ist geschlossen und weiss. Da nun bei den verschiedenen Pflanzen der gleichen Art die Knospen ungleich hoch an dem Wurzelstocke inserirt sind, so tritt auch die Rosettenbildung ungleichzeitig ein. Im gleichen Satze sind oft die einen Stengel im Herbste mit

grünen Blätterbüscheln versehen, die andern nicht. Es ist überflüssig, bestimmte Species aufzuführen; da ich an allen obgenannten Arten einzelne überwinternde Rosetten beobachtet habe.

Der Einfluss der äussern Verhältnisse besonders der Temperatur giebt sich deutlich zu erkennen, wenn man die gleiche Pflanze in verschieden exponirten Lagen oder in verschiedenen Jahren beobachtet. Sätze der nämlichen Art, die im Münchner Garten an sonnigen, warmen, trockenen Stellen sich befinden, überwintern zuweilen mit Rosetten, während solche, die in schattigen und kalten Lagen wachsen, bloss Knospen besitzen. — Ich untersuchte die Innovation aller unserer Hieracien in der zweiten Hälfte des Oktobers im Jahre 1864 und 1866, und war erstaunt über die Wirkung des warmen und trockenen Herbstes im letztern Jahr. Die nämlichen Pflanzen der Accipitrinen, welche im Herbste 1864 bloss Knospen besassen, zeigten jetzt mehrere Rosetten, und diejenigen, welche damals einige Rosetten hatten, waren jetzt mit zahlreichen Blätterbüscheln versehen.

Auch die spezifische Natur kommt bei der vorzeitigen Entfaltung der Knospen zu Rosetten in Betracht. Die einen Species sind dazu vielmehr geneigt als die andern. Im Allgemeinen lässt sich festhalten, dass die Pflanzen um so später ihre unterirdischen Knospen entfalten, je strenger sie aphyllopod sind, je höher am Stengel hinauf die Blätter absterben. Bei Arten, welche noch im Herbste vegetirende Laubblätter an der Basis des Stengels haben, findet man auch besonders häufig überwinternde Rosetten.

Zu den letztern gehört H. prenanthoides Vill., welches übrigens in verschiedenen, mehr oder weniger aphyllopoden Varietäten vorkommt. Bei einer weniger aphyllopoden Varietät fand ich Ende August und Anfang September des Jahres 1864 im Oberengadin (bei 5300 bis 6300 Par. Fuss ü. M.) nicht selten Rosetten neben den ge-

schlossenen Knospen, während eine Varietät mit strengerer Aphyllopodie gegen Ende Oktober im Münchner Garten noch ohne Blätterbüschel war.

Zu den Arten, welche häufiger als die andern Accipitrinen mit Rosetten überwintern, gehören auch H. tridentatum Fr. und H. gothicum Fr. Bei diesen beiden Species scheint es gleichfalls verschiedene Formen zu geben, welche sich ungleich verhalten. Bei H. tridentatum, welches in der Umgebung Münchens wächst, fand ich Ende Oktober 1864 bloss geschlossene unterirdische Knospen. Im Val Bevers des Oberengadins (bei 5400′) zeigten sich an derselben Art gegen Ende August des nämlichen Jahres neben geschlossenen Knospen viele auswachsende Knospen und einzelne kleine Rosetten. Bei Bergün im Canton Graubündten (bei 3600′) hatten die Pflanzen schon am 12. Aug. hin und wieder schöne grüne Blätterbüschel. Ebenso zeigten mehrere Sätze von H. tridentatum im Münchener Garten ungleiche Innovationserscheinungen, indem die einen gegen Ende Oktober des Jahres 1864 ohne Rosetten, die andern mit ziemlich vielen schönen Rosetten versehen waren.

Ein ähnliches Verhalten zeigen auch H. albidum Vill., H. cydoniaefolium Vill. und H. picroides Vill. Sie besitzen unterirdische Knospen, die aber häufig im Herbste noch in kleine Rosetten auswachsen; wenigstens wird letzteres im Garten beobachtet. Gegen Ende Oktober 1866 hatte H. albidum am Grunde der Stengel kleinere oder grössere Rosetten, ausserdem auswachsende Knospen und ziemlich kleine geschlossene Knospen. Von H. cydoniaefolium und H. picroides finden sich 12 Sätze in unserm Garten, die aus verschiedenen Gegenden der Schweizer- und Tyroler-Alpen stammen und aus Samen erzogen wurden. Diejenigen, die im Frühjahre 1866 ausgesäet worden waren und im Spätsommer geblüht hatten, besassen gegen Ende Oktober meistens bloss unterirdische geschlossene Knospen;

nur einzelne kleine Rosetten wurden hie und da sichtbar. Von denjenigen Sätzen dagegen, welche vom Jahre 1865 herstammten, hatten einzelne ebenfalls bloss spärliche Rosetten; die Mehrzahl dagegen war damit in grösserer Menge versehen. Die Rosetten waren aber durchgehends klein und sie mangelten immer vielen Stengeln eines Satzes.

Ganz ähnlich wie die letztgenannten Arten der Accipitrinen (nämlich wie H. tridentatum, H. prenanthoides und H. picroides) verhalten sich ferner einige Formen, die in den botanischen Gärten meist als H. saxatile, zuweilen auch als H. coronopifolium gehen, und die von dem ächten H. glaucum All. und H. saxetanum Fr. durch aphyllopode Stengel abweichen, während die übrigen Merkmale ziemlich übereinstimmen [1]). Sie haben unterirdische, geschlossene Knospen. Dieselben sind von ansehnlicher Grösse, ziemlich lang und dünn. Manche derselben können im Herbste noch in kleine Rosetten auswachsen. Doch hängt diess, wie bei den Accipitrinen, wesentlich von der Witterung ab. Der nämliche Satz, welcher in der Mitte des Oktober 1864 bloss geschlossene oder fast geschlossene Knospen besass, hatte zu gleicher Zeit im Jahre 1866 ziemlich viele kleine Rosetten, wobei sich die einzelnen Stengel sehr verschieden verhielten. Einige hatten weder Knospen noch Rosetten, andere bloss geschlossene Knospen, noch andere geschlossene und auswachsende Knospen; viele endlich hatten neben den geschlossenen und auswachsenden Knospen noch Rosetten. Die Rosetten lagen durchschnittlich etwas, doch nur wenig, höher als die Knospen. — Andere Sätze zeigten weder 1864 noch 1866 Blätterbüschel.

---

1) Eine hieher gehörige Form wurde in den Hieracia europaea exsiccata von E. Fries und Fr. Lagger als H. calcareum Bernh. ausgegeben.

Diese Formen von „H. saxatile" sind nicht die einzigen unter den Aurellen und Pulmonareen von Fries, die mit geschlossenen Knospen überwintern, oder denen während des Winters die Rosetten mangeln. Wir treffen diese Erscheinung noch bei verschiedenen andern Arten, bald als Regel, bald mehr als Ausnahme. Es giebt auch Arten, welche einen Mittelzustand zwischen der Innovation durch geschlossene Knospen und derjenigen durch Rosetten zeigen, so dass man im Zweifel ist, welchem der beiden Typen sie näher stehen.

Unter den Pulmonareen, welche mit Knospen überwintern, nenne ich eine Form von H. vulgatum, welche unter diesem sowie auch unter andern Namen in den botanischen Gärten sich befindet, und welche von dem ächten H. vulgatum bloss durch die hypophyllopoden Stengel verschieden ist, indem nämlich die Wurzelblätter während der Blüthezeit absterben. Von den ziemlich grossen geschlossenen Knospen wachsen manche schon im Herbste zu kleinen Rosetten aus. Doch sah ich im Winter 1864/65 einen ganzen Satz bloss mit geschlossenen Knospen und gänzlich ohne Blätterbüschel.

Ferner erwähne ich noch H. Sendtneri Näg. (H. ramosum Auct., non W. K.; H. argutidens Fr. var. monacense), welches sicher mit H. vulgatum nahe verwandt ist[2]). Dasselbe hatte Ende Oktober 1864 auf seinem natürlichen Standorte geschlossene Knospen. Nur wenige Stöcke waren mit einer kleinen Rosette versehen. Zwei Sätze im Münchner Garten, die von der nämlichen Lokalität herstammen, zeigten Ende Oktober 1866 folgendes Verhalten. Am Grunde vieler Stengel befanden sich bloss kleine ge-

2) Neben diese Art wird es auch von Fries gestellt in den Hieracia europaea exsiccata.

schlossene Knospen. Bei anderen waren über den kleinen geschlossenen Knospen zwei bis vier grössere, entweder noch ganz geschlossen oder schon im Auswachsen begriffen. Bei einigen hatte auch die oberste sich in eine kleinere oder grössere Rosette verwandelt. Fig. 14 zeigt eine Pflanze, welche bloss geschlossene Knospen, grössere (g) und kleinere (h) besitzt.

Ein gleiches Verhalten zeigt unter den Aurellen eine Form von H. bupleuroides. Mitte Oktober 1864 hatte dieselbe in unserm Garten keine Rosetten, wohl aber grosse unterirdische geschlossene Knospen und daneben solche, die im Auswachsen begriffen waren. Mitte Oktober 1866 fand ich 1) Stengel ohne Knospen und Rosetten, 2) solche bloss mit geschlossenen Knospen, 3) solche mit geschlossenen und mit auswachsenden Knospen, und endlich 4) Stengel mit geschlossenen, mit auswachsenden Knospen und mit kleinen Rosetten.

Hier schliesst sich auch eine Form von H. speciosum an, die in den Gärten kultivirt wird. Sie ist ziemlich aphyllopod und hat ansehnliche geschlossene unterirdische Knospen, von denen aber die obersten meistens noch im Herbste in kleine Blätterbüschel auswachsen.

Unter den Aurellen, deren Innovation ebenso sehr den Typus der Rosetten als den der geschlossenen Knospen trägt, nenne ich H. compositum Lap. Dasselbe zeigte Ende Oktober 1866 schöne grosse geschlossene Knospen, wie sie bei den Accipitrinen vorkommen, aber auch schöne grosse Rosetten, wie sie sonst nur bei manchen Pulmonareen beobachtet werden. An manchen Stengeln waren beide beisammen, und zwar, wie immer, die Knospen unterhalb der Blätterbüschel.

Auch H. hispidum Fr. kann als eine Art bezeichnet werden, deren Innovation genau die Mitte hält. In unserm Garten befinden sich davon 11 Sätze, die aus Samen von

verschiedenen Lokalitäten der Schweizer- und Tyroler-Alpen aufgegangen sind. Sie haben theils geschlossene Knospen, theils grössere und kleinere Rosetten. Die verschiedenen Sätze und die einzelnen Pflanzen des gleichen Satzes verhalten sich ziemlich ungleich. Es giebt Sätze, die Ende Oktober 1866 sehr zahlreiche, andere die nur wenige Blätterbüschel zeigten; ebenso Pflanzen, die bloss geschlossene Knospen, andere, die fast nur Rosetten besassen.

Die gleichen Beobachtungen wie bei H. hispidum lassen sich bei H. juranum Fr. und bei einigen andern Arten machen, die auch in ihren übrigen Eigenschaften zwischen ausgesprochenen Aurellen oder Pulmonareen und ausgesprochenen Accipitrinen in der Mitte stehen.

Bei der Mehrzahl der Aurellen und Pulmonareen wiegt die Innovation durch Rosetten entschieden vor. Die geschlossenen Knospen mangeln zwar nicht, aber sie sind kleiner und in geringerer Zahl vorhanden. Die Blätterbüschel sind grösser und mangeln viel seltener. Ich nenne unter den Arten, die ich nicht bloss auf den natürlichen Standorten, sondern auch im kultivirten Zustande, oder auch ausschliesslich im letztern beobachtete: H. alpinum Lin., H. ligusticum Fr., H. pulmonarioides Vill., H. amplexicaule Lin., H. mixtum Froel., H. longifolium Schleich., H. cerinthoides Lin., H. incisum Hoppe., H. villosum Lin., H. glaucum All., H. tomentosum Ger., H. andryaloides Vill., H. pictum Schl., H. humile Jacq., H. lacerum Reut., H. pallidum Biv., H. oxydon Fr., H. murorum Lin., H. subcaesium Fr., H. atratum Fr., H. vulgatum Fr., H. canescens Schl., H. anfractum Er.

Doch zeigt sich unter den aufgezählten Arten eine ziemliche Verschiedenheit, indem die einen sich noch mehr oder weniger dem Typus der Innovation durch Knospen zuneigen, was bald als normale bald als exceptionelle Er-

scheinung aufzufassen ist. So fand ich im Herbste 1866 bei H. tomentosum Ger. die einen Stengel mit kleinen Rosetten, die andern bloss mit Knospen. Die Art überwintert sonst normal mit Blätterbüscheln. Ob bei unserer Pflanze das ungewöhnliche Klima oder der Umstand, dass sie ein einjähriger Sämling war, als die Ursache der ungewöhnlichen Erscheinung zu betrachten ist, kann ich noch nicht entscheiden.

Ich will noch einzelne spezielle Beispiele anführen, um das manigfaltige Verhalten der Arten zu zeigen, denen die Systematiker schlechthin eine Innovatio per rosulas zugeschrieben haben.

In der ersten Hälfte des September 1864 untersuchte ich im Oberengadin (5300—6000′ ü. M.) und im Versthal (6000′) eine Menge Exemplare von H. villosum. Ich konnte nicht eine einzige Rosette finden, obgleich bei vielen Pflanzen Stengel und Blätter vollkommen vertrocknet und abgestorben waren. Es befanden sich am Grunde der Stengel bloss Knospen von geringer Grösse und ziemlich weich, der Mehrzahl nach mit vollkommen anliegenden Schuppen. Ganz ähnliche, nur etwas festere Knospen zeigte eine Form von H. prenanthoides, welche auf den nämlichen Standorten wuchs; letztere hatte aber ausser den Knospen auch einzelne kleine Rosetten.

Dass die Knospen von H. villosum nicht etwa noch im nämlichen Herbste zu Blätterbüscheln sich entwickelten, sondern wirklich überwinterten, ist aus innern und äussern Gründen vollkommen sicher. Denn einerseits beweisen die abgestorbenen trockenen Stengel, dass die Pflanzen eingezogen hatten. Anderseits war in jenen hochgelegenen Gegenden der Winter vor der Thüre. In der That fiel schon den 12. September, am Tage, nachdem ich die letzten Beobachtungen im Avers gemacht hatte, ein 1½ Fuss tiefer

Schnee, welcher die Wege ungangbar machte und mich zwei Tage in dem Alpenthale gefangen hielt.

Dagegen fand ich 1866 ebenfalls in der ersten Hälfte des September im obern Wallis und in den angrenzenden Thälern von Piemont bei H. villosum neben den Knospen fast immer auch einzelne kleine Blätterbüschel.

Im Münchner Garten hatte H. villosum Ende Oktober 1864 viele unterirdische geschlossene Knospen, klein, weiss und von geringer Festigkeit. Andere waren im Auswachsen begriffen, verlängert und schmächtig. Nur wenige hatten 1 oder 2 kleine grünliche Blätter entfaltet. — Ende Oktober 1866 war ein anderer Satz der gleichen Art mit zahlreichen kleinen Rosetten versehen.

H. cerinthoides Lin., welches sich in vielen Sätzen in unserm Garten befindet (es wurde unter verschiedenen Namen aus andern Gärten bezogen), bot Ende Oktober 1864 übereinstimmend folgendes Verhalten dar. Am Grunde der trockenen und abgestorbenen Stengel befanden sich 1—3 grössere Rosetten und unterhalb derselben ziemlich kleine aber schöne geschlossene Knospen in der Zahl von 2—6. Die letztern nahmen von unten nach oben an Grösse zu. Zwischen ihnen und den Rosetten wurde der Uebergang oft durch eine auswachsende Knospe in den verschiedensten Stadien vermittelt. Von den Rosetten selbst, die theils unbewurzelt theils bewurzelt waren, zeichnete sich gewöhnlick die oberste durch stärkere Ausbildung aus.

Die Stengel dagegen, welche vor Kurzem erst geblüht hatten und sammt den Blättern noch grün waren, wichen insofern ab, als sie noch keine ausgebildeten Rosetten hatten. Die einen zeigten an ihrem Grunde bloss kleine geschlossene Knospen. Die andern hatten über den geschlossenen auch auswachsende Knospen. Nur bei wenigen war die oberste Knospe so weit ausgewachsen, dass 2—3 sehr kleine grünliche Blätter den Anfang einer Rosette darstellten. Also

auch bei dieser Art giebt es Pflanzen, welche mit, und solche, welche ohne Blätterbüschel überwintern.

Ich will hier noch einer Erscheinung erwähnen, die zwar auch bei andern Arten der Aurellen und Pulmonareen beobachtet, aber doch besonders schön bei H. cerinthoides gesehen wurde. Es sind diess Rosetten, die allein am Ende eines ziemlich kurzen, (etwa zoll-langen) unterirdischen Stengels stehen. Sie erinnern an eine Innovationsform, die vorzugsweise bei einigen Piloselloiden (besonders H. cymosum Lin.) auftritt. Diese Triebe sind aus den untersten und kleinsten Knospen des Rhizoms hervorgegangen. Sie bedurften wegen ihres langsamen Wachsthums einer ganzen Vegetationsperiode um einen Blätterbüschel zu bilden, und werden im nächsten Jahre zur Blüthe gelangen. Einige scheinen auch zwei Jahre alt zu sein, so dass sie zur vollständigen Ausbildung drei Vegetationsperioden nöthig haben.

Dieses letztere Verhalten kommt bei hochalpinen Arten, namentlich bei H. glanduliferum Hoppe normal vor. Ich untersuchte die Innovation dieser Art in der ersten Hälfte des September 1864 im Oberengadin (6000—8000′ ü. M.). Von allen Pflanzen hatte in diesem Jahre kaum mehr als der dritte Theil geblüht. In den Blattachseln dieser abgeblühten Gewächse befanden sich 1 oder 2 kleine Blätterbüschel und unterhalb der Blätter am Rhizom einzelne kleine geschlossene Knospen. Die Exemplare, die dieses Jahr nicht zur Blüthe gelangt waren, bestanden bloss aus einer Blattrosette, welche in der Regel keine seitlichen Blätterbüschel gebildet hatte. Dagegen mangelten auch hier die kleinen geschlossenen Knospen nicht; sie befanden sich aber in den Achseln der grünen Blätter, wo bei den blühenden Pflanzen sich die überwinternden Blätterbüschel entwickelt hatten.

H. glanduliferum vollendet also den ganzen Entwickelungscyclus des blühenden Triebes in 3 Jahren. Im

ersten Jahre wird eine geschlossene Knospe, im zweiten Jahre eine Blattrosette und im dritten Jahre der blühende Schaft gebildet. Dem entsprechend überwintert der Spross das erste Mal als Knospe, das zweite Mal als Rosette. Ausnahmsweise kann die Entwickelung in zwei Jahren sich vollenden, wenn nämlich in den Blattachseln der blühenden Pflanze sich statt der Knospen einmal ein Blätterbüschel bildet. Viel häufiger kommt es vor, dass ein Spross nicht schon im dritten, sondern erst im vierten Jahre zur Blüthenbildung gelangt; — indem er zwei Jahre im Knospenzustande oder zwei Jahre im Rosettenzustande verharrt.

Die kleinen geschlossenen Knospen, welche am Rhizom unterhalb der Laubblätter sich befinden, sind Axillarknospen früherer Jahre. Dieselben können ohne Zweifel ebenfalls zur Entwickelung gelangen. Sie werden aber jedenfalls langsamer wachsen und daher erst im fünften, sechsten, siebenten Jahre (nach ihrer ersten Anlage) zur Blüthe kommen, nachdem sie mehrmals als Knospen und ein oder mehrmals als Rosetten überwintert haben.

Ich habe bereits oben einer Form von H. vulgatum erwähnt, welche, wie die Accipitrinen, mit grossen geschlossenen unterirdischen Knospen den Winter überdauert. Gewöhnlich verhält sich die Innovation dieser Art anders. So zeigten Ende Oktober 1864 mehrere Sätze im Münchner Garten am Grunde jedes Stengels 1, 2 und 3 Rosetten und meistens unterhalb derselben einige geschlossene Knospen. Letztere waren häufig sehr klein; zuweilen jedoch hatte die eine und andere eine ziemliche Grösse und glich vollkommen denjenigen mancher ächter Accipitrinen (namentlich H. tridentatum und H. prenanthoides). Ein Satz besass ausser den ziemlich kleinen geschlossenen Knospen bloss ganz kleine Blätterbüschel. In jedem Satz gab es ferner einzelne Pflanzen ohne Rosetten. Ende Oktober 1866 machte ich im Wesentlichen dieselben Beobachtungen.

H. vulgatum kann, wie H. murorum und die meisten Pulmonareen, in einem Sommer mehrere Stengel treiben, d. h. es können die am Grunde eines Stengels befindlichen Knospen, welche bei den Accipitrinen erst im folgenden Jahre sich entwickeln, schon in der nämlichen Vegetationsperiode zur Blüthe und Frucht gelangen. Es kann sich dieser Process selbst noch einmal wiederholen und auch die dritte Sprossgeneration blühen. Davon nun, ob eine Pflanze eine oder mehrere Sprossgenerationen entwickelt habe, hängt es, wie ich schon eingangs auseinander setzte, oft ab, ob ein Pflanzenstock von H. vulgatum, H. murorum und andern Arten mit Knospen oder mit Blätterbüscheln überwintere.

Ende Oktober 1864 machte ich an kultivirten und an wildwachsenden Pflanzen von H. vulgatum mehrfach die Beobachtung, dass nur dann ausschliesslich Knospen vorhanden waren, wenn eine zweite und dritte Generation von Stengeln geblüht, dagegen Rosetten und Knospen, wenn bloss die erste Sprossgeneration sich entwickelt hatte. — Die Figuren 10, 11, 12 geben halbschematische Darstellungen von diesen Verhältnissen. I.—I. ist der Spross der ersten Ordnung, II.—II. und III. der zweiten und dritten Ordnung. Die schraffirten Stengel sind abgestorben. 10 und 11 haben nur Knospen (g). 12 hat über den geschlossenen Knospen (g) eine auswachsende Knospe (s) und eine Rosette (r).

Auf einem Standorte (im Kapuzinerholz bei München) fand ich keine Rosetten an H. vulgatum. Die einen Pflanzen aber hatten bloss geschlossene Knospen, bei den andern waren die untern Knospen geschlossen und von weisser Farbe, die obern dagegen im Auswachsen begriffen, bis 15 Millim. lang und an der Spitze grünlich. Jenes waren Stöcke, die mit zwei oder drei Sprossgenerationen

geblüht hatten, dieses solche, die nur mit einer Generation zur Blüthe gelangt waren.

Eine eben so grosse oder noch grössere Verschiedenheit der Innovation trifft man bei H. murorum Lin. und den manigfachen Formen dieser veränderlichen Art. Doch bemerke ich sogleich, dass die verschiedenen Innovationen nicht etwa die verschiedenen Varietäten charakterisiren, sondern dass sie bei der nämlichen Varietät gefunden werden. Meistens beobachtet man im Herbste einige Rosetten am Grunde des Stengels und unterhalb derselben einige weiche ungeschlossene Knospen. Nicht selten kommen noch tiefer am Rhizom auch kleine feste geschlossene Knospen vor.

Es giebt Formen von H. murorum, welche mit ihrer Innovation einige Annäherung an mehrere Accipitrinen (H. prenanthoides, H. tridentatum) zeigen, indem bei ihnen die geschlossenen Knospen eine für die Species ungewöhnliche Grösse haben. Ende Oktober 1864 beobachtete ich am Grunde der Stengel einer solchen im Garten kultivirten Form, ausser 1—2 Rosetten, schöne geschlossene Knospen und alle Uebergänge zwischen diesen und jenen. Bei manchen Stengeln waren nur die Knospen vorhanden, indem an der Stelle der Rosetten sich blühende Triebe befanden. Die Figuren 3—6 stellen einige der beobachteten Fälle halbschematisch dar. Die Sprosse der ersten Generation (I.) wurden im Jahre vorher, die Sprossgenerationen II., III. und IV. in diesem Jahre angelegt. Die schraffirten Stengel sind vertrocknet. Fig. 4 und 5 unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass die Rosette r von Fig. 4 sich in Fig. 5 schon zu einem blühenden Stengel (III) entwickelt hat, so dass die erstere Pflanze mit einer Rosette und mit Knospen, die letztere bloss mit Knospen überwintert.

Eine andere Form von H. murorum, welche unter

dem Namen H. Verloti Jord. erhalten worden war, besass Ende Oktober 1864 gar keine Rosetten, sondern bloss kleine feste geschlossene Knospen unter der Erde, und oberhalb derselben einige weiche ungeschlossene Knospen, die wegen ihrer hohen Lage offenbar sämmtlich bestimmt waren abzusterben und z. Th. auch wirklich schon vertrocknet waren. Fig. 7 giebt eine halbschematische Abbildung einer solchen Pflanze; g′ sind die verwelkten Knospen. — Im Herbste des Jahres 1866 hatte der gleiche Satz eine Menge von Rosetten.

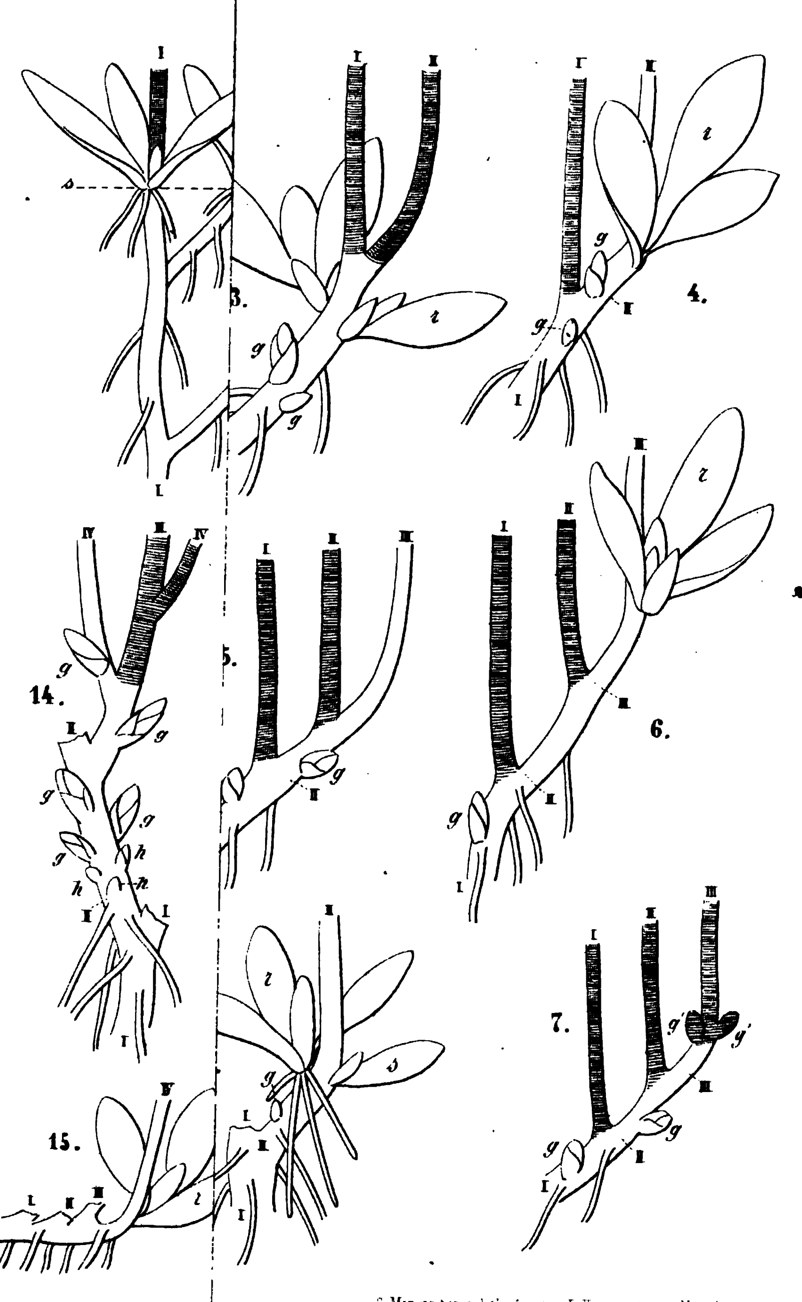
Mitte Oktober 1864 blühte H. murorum an einem feuchten waldigen Abhange des Starnbergersees in grosser Menge; viele Pflanzen waren erst im Aufblühen begriffen. An allen diesen Gewächsen mangelten die Rosetten vollständig. Die Knospen in den Achseln der obern Laubblätter waren meist so klein (2—3 Millim.), dass man sie erst nach Entfernung der Blätter bemerkte; nur wenige erreichten eine Länge von 5—10 Millim. Diese Knospen waren weich und zusammengedrückt. Auf dem ziemlich grossen Standorte fand ich nur wenige Pflanzen mit vertrockneten Stengeln; und bloss diese hatten Rosetten, die aber sämmtlich sehr klein waren.

Ich beschränke mich auf die erwähnten drei Beispiele. Sie zeigen, dass H. murorum, statt mit Blätterbüscheln, zuweilen bloss mit ziemlich grossen geschlossenen Knospen, oder mit kleinen geschlossenen festen Knospen, oder mit mehr und weniger geschlossenen weichen Knospen überwintert. Es ist überflüssig, andere Beobachtungen aufzuzählen, welche ähnliche Resultate gegeben haben. Bloss möge hier noch die Bemerkung folgen, dass man zuweilen an dem Rhizom von H. murorum höher oder tiefer eine einzelne ziemlich grosse geschlossene Knospe findet; sie kommt nicht bloss bei Pflanzen vor, welche unter den Rosetten oder statt derselben ziemlich grosse geschlossene

Knospen besitzen, sondern auch bei solchen, welche bei Abwesenheit der Blätterbüschel mit kleinen Knospen überwintern. Fig. 13 zeigt uns den erstern Fall. Es ist der Wurzelstock einer im Geröll gewachsenen Pflanze zu Ende des Oktober. Am Grunde des ganz entblätterten Stengels sieht man eine winzige Rosette mit einem einzigen kleinen grünlichen Blatt (r), eine auswachsende Knospe (s) und drei ziemlich grosse geschlossene Knospen (g). Eine andere grosse und schöne geschlossene Knospe (h) befindet sich ziemlich tiefer an dem mit I. bezeichneten Trieb.

Mehr noch als das ächte H. murorum ist H. subcaesium Fr. geneigt, mit Knospen zu überwintern. Beide Formen wachsen unweit Münchens an trockenen Abhängen beisammen. Ende Oktober 1864 waren alle Stengel von H. subcaesium trocken und auch die Blätter grösstentheils abgestorben. Eigentliche Rosetten fand ich keine. Die meisten Pflanzen hatten kleine geschlossene Knospen; die oberste derselben war bisweilen ziemlich grösser, aber doch noch vollkommen geschlossen. Bei der kleinern Zahl der Stöcke war die oberste Knospe im Auswachsen begriffen, hatte auch wohl ein einziges, kleines, grünliches Blatt entwickelt.

Ich schliesse die spezielle Aufzählung von Arten der Sectionen Aurella und Pulmonarea mit einer Pflanze, die zwischen der soeben genannten Species und H. glaucum in der Mitte steht und mit beiden auf dem nämlichen Standorte bei München vorkommt. H. canescens Schleich. hatte Ende Oktober 1864 auf seiner natürlichen Lokalität an den einen Stöcken Rosetten und unterhalb derselben einige kleine geschlossene Knospen, an den andern Stöcken bloss geschlossene ziemlich kleine Knospen. Ende Oktober 1866 verhielt sich ein Satz im botanischen Garten in München ebenso, nur waren die rosettentragenden Stengel verhältnissmässig



S. Minsinger's lith. Anst. v. J. H[illegible] in München

II, 3.

viel zahlreicher. Es vereinigt also auch diese Pflanze die zwei Innovationen, und stimmt darin mit den beiden Arten überein, zwischen denen sie die Mitte hält.

Herr Jolly legte eine Abhandlung des Herrn Dr. Recknagel vor:

„Ueber Volumenänderung des Weingeistes durch die Wärme."

Es ist von mehrfachem Interesse, die Volumenänderungen kennen zu lernen, welche Weingeist durch Erniedrigung seiner Temperatur unter den Nullpunkt der Celsius'schen Thermometerscala erfährt. Denn erstlich ist man zur Zeit noch unsicher, was von den Angaben der Weingeistthermometer zu halten ist, die man zur Messung sehr tiefer Temperaturen verwendet, dann bedarf man in der Alkoholometrie das spezifische Gewicht des Weingeistes bis zu —25° C.[1]), ohne dasselbe aus Messungen entnehmen zu können, welche bis zu dieser Temperatur hinabreichen. —

Die vorliegende Arbeit füllt diese Lücke in der Alkoholometrie aus und kann zugleich auch als ein Beitrag zur Thermometrie betrachtet werden, da durch dieselbe die Volumenänderungen ermittelt sind, welche Weingeist von 100 bis 30 Volumenprocenten innerhalb des Intervalls von +47 bis —39° C. erfährt und auch noch einige thermometrische Versuche zur Vergleichung des Quecksilberthermometers und Weingeistthermometers mit dem Luftthermometer unter 0° beigefügt sind. —

---

1) Vgl. Brix, der Alkoholometer etc. 3. Auflage. Berlin 1864. Vorwort p. V.

1. Messung der Temperatur.

Die Temperaturen sind über 0° mit dem Quecksilberthermometer gemessen, unter 0° wurden dieselben grösstentheils durch das Luftthermometer, einige zwischen 0° und —25° durch das Quecksilberthermometer, viele durch beide Thermometer zugleich bestimmt.

Die Einrichtung des Luftthermometers ist im Allgemeinen dieselbe geblieben, wie sie zur Vergleichung dieses Thermometers mit dem Quecksilberthermometer verwendet worden war und in Pogg. Annalen Bd. CXXIII. S. 115 ff. beschrieben ist; nur das (constant erhaltene) Volumen (V) der Luft musste dieses Mal aus Rücksicht auf Raumersparniss kleiner genommen werden, und betrug in einem cylindrischen Gefässe von ungefähr 12 Centimeter Länge 30,9538 CC.

Der Raum (v), welcher der Temperatur der Umgebung ausgesetzt bleiben musste und durch eine Capillare von sehr engem Kaliber mit V in Verbindung stand, fasste 0,2664 CC. also 0,008606 des ganzen Volumens.

Dieses Verhältniss $\left(\frac{v}{V}\right)$ ist noch hinreichend klein, um einen Fehler der Messung im Betrage von 0,01° erst dann herein zu bringen, wenn man sich über die Temperatur der Luft in (v) um mehr als einen Grad irrt.

Es konnte aber ein so günstiges Verhältniss nur dadurch hergestellt werden, dass die Glasröhre, an deren oberem Ende sich der Raum (v) befindet, enger genommen wurde, als die mit ihr communicirende Messröhre. Die Differenz der Capillardepression wurde für ein von der verwendeten Röhre abgebrochenes Stück im Mittel aus

3 Messungen gleich $0{,}80^{mm}$ gefunden[2]). Diese Grösse ist von jeder über dem Niveau der Spitze in (v) gemessenen Quecksilbersäule abgezogen worden.

Zum Trocknen des Gefässes (V) und zur Befreiung der Luft von beigemischtem Wasserdampfe wurde dasselbe Verfahren angewendet, welches sich schon bei früheren Versuchen bewährt hatte. Man besitzt überdies in der Kenntniss der zwischen 0° und 100° C. zusammengehörigen Temperaturangaben des Luftthermometers und eines normalen Quecksilberthermometers ein hinreichend empfindliches Mittel, zu prüfen, ob man mit trockner Luft arbeitet oder nicht, indem man sich leicht überzeugen kann, dass nach schlechtem Austrocknen die Temperaturangaben des Luftthermometers — mit dem normalen Ausdehnungscoeffizienten 0,003668 gerechnet — merklich höher ausfallen, als man nach der Pogg. Annal. a. a. O. S. 131 gegebenen Tabelle erwarten darf. Eine solche Probe findet man in Nr. 67 und 68 der Tafel 1 eingetragen. Sie war hier besonders erwünscht, da zur Bestimmung des Ausdehnungscoeffizienten der Luft zwischen 0° und 100° und zugleich zur Messung tiefer Temperaturen die Scala des Apparates nicht würde ausgereicht haben.

Die Gleichung, aus welcher die Temperaturangaben (T) des Luftthermometers gerechnet sind, ist

$$(H_0 + h_0)\left(1 + \frac{v}{V}\,\frac{1+\beta\, t_0}{1+\alpha\, t_0}\right) = (H + h)\left(\frac{1+\beta T}{1+\alpha T} + \frac{v}{V}\,\frac{1+\beta t}{1+\alpha t}\right)$$

---

2) Diese Messung kann mit dem Apparate selbst ausgeführt werden, indem man den horizontalen Faden eines Fernrohrs fest auf das Ende des tiefer stehenden Meniskus, die Spitze der Scala zuerst auf das Ende des höher stehenden Meniskus und, nach dessen Entfernung auf den horizontalen Faden des Fernrohrs einstellt. Die Differenz der 2 Scalenablesungen ist die Differenz der Capillardepression.

worin H_0 und H die auf Quecksilber von 0° reducirten Barometerstände sind, welche bei Messung der Temperaturen 0° und T° beobachtet werden, h_0 und h die entsprechenden, ebenso reducirten Höhen der Quecksilbersäulen über dem Niveau der Spitze bedeuten. t_0 und t sind die zu den Temperaturen o und T des Bades gehörigen Temperaturen der Umgebung, endlich β und α die Ausdehnungscoeffizienten des Glases und der Luft, von denen der erstere aus der Gleichung

$$100\beta = 0{,}002531 + 0{,}0000023\,t$$

gerechnet und der letztere constant gleieh 0.003668 angenommen wurde.

Es wäre bei diesen Versuchen, die der Dauerhaftigkeit der tiefen Temperaturen wegen im Winter in einem ungeheizten Lokale angestellt werden mussten, oft mit zeitraubenden Umständlichkeiten oder Gefahren für die Genauigkeit verbunden gewesen, den Nullpunkt des Luftthermometers stets direkt durch Umhüllung des Ballons V mit Eis oder Schnee zu bestimmen, es wurde daher häufig der Werth der linken Seite obiger Gleichung (des Nullpunkts) dadurch ermittelt, dass die rechte Seite nach Einsetzung irgend einer bekannten, durch Vergleichung mit einem Quecksilberthermometer von bekanntem und constantem Nullpunkte ermittelten nahe an 0 liegenden Temperatur (T) und der als zugehörig beobachteten Spannungen etc. berechnet wurde.

Was die Ableitung der Formel, den Einfluss der Fehlerquellen und die Genauigkeit der Messung mit der hier verwendeten von Hrn. Prof. Jolly angegebenen Construction des Luftthermometers betrifft, darf ich auf den schon citirten Aufsatz verweisen.

Die verwendeten Quecksilberthermometer sind die nämlichen Scalenthermometer, welche früher zwischen 0° und 100° mit dem Luftthermometer waren verglichen worden,

so dass die Reduction ihrer Angaben auf die des Luftthermometers nach der a. a. O. gegebenen Tabelle unbedenklich vorgenommen werden durfte. Während das Therm. Nr. I. nur bis —5°C. hinabreichte, konnte mit Nr. II. bis —28°C. gemessen werden, und es schien mit Rücksicht auf das praktische Bedürfniss der Alkoholometrie zweckmässig, dieses Instrument zugleich mit dem Luftthermometer soweit als möglich zu verwenden.

2. Herstellung der Dilatometer.

Um den zu untersuchenden Weingeist herzustellen, wurde ein Alkohol, der nahezu absolut war, (99 1/8 Vol %) mit Wasser so vermischt, dass beiläufig Mischungen von 10 zu 10 Volumenqrocenten entstanden. Zur Aufnahme derselben wurden Dilatometer in folgender Weise construirt.

Auf Thermometerröhren, welche bei einer vorläufigen Untersuchung sich nahe cylindrisch gezeigt hatten, wurde eine Theilung aufgeätzt (ungefähr 40 Theilstriche auf 30^{mm} Länge), dann das Kaliber und damit zugleich die Theilung durch eingelassene Quecksilberfäden mehrmals sorgfältig untersucht, und für jede Röhre, welche nicht rein cylindrisch erschien, eine Tabelle von Correcturen zur Reduction auf ein als normal angenommenes Kaliber entworfen.

Um ferner den kubischen Inhalt eines Theilstrichs zu bestimmen, wurden die eingelassenen Quecksilberfäden gewogen und das gefundene Gewicht des Fadens durch die Anzahl der auf normales Kaliber reducirten Theilstriche und durch das (= 13,596 angenommene) spezifische Gewicht des Quecksilbers dividirt. Um hierin genau zu verfahren, wurde der gefundene Quotient noch mit

$$\frac{1 + \gamma t}{1 + \beta t}$$

(γ Ausdehnungscoefficient des Quecksilbers, β des Glases) multiplizirt, wenn Röhre und Quecksilber bei Messung der

Fadenlänge die Temperatur t hatten. So wurde beispielsweise für den Theilstrich des Dilatometers Nr. 4 durch Wägung von 3 Fäden erhalten

	cc	
	0,00019384	
	0,00019384	
	0,00019391	
Mittel	0,00019386	(kleinstes Kaliber)

Für das Dilatometer Nr. 3

	0,00058414	
	0,00058464	
Mittel	0,00058431 [3])	(grösstes Kaliber)

Gegen die Verwendung der so erhaltenen Inhaltsbestimmungen konnte das Bedenken erhoben werden, ob Flüssigkeiten, welche, wie Weingeist, Glas benetzen, wegen ihres engeren Anschmiegens an die Wände und der von der Theorie der capillaren Erscheinungen angenommenen Verdichtung an denselben, in einer engen Glasröhre nicht eine kleinere Anzahl von Längentheilstrichen ausfüllen als ein ausserhalb gleich grosses Volumen Quecksilber.

Obwohl kaum bezweifelt werden darf, dass ein solcher Unterschied vorhanden ist, so scheint er doch nicht so bedeutend, dass er in einem zur Untersuchung desselben mit dem Apparate Nr. 3 angestellten Versuche hervortreten konnte. Es wurde nämlich durch zwei aufeinanderfolgende Wägungen dieses Apparates das Gewicht einer 122,1 Theilstriche der Röhre füllenden Wassersäule bestimmt und gleich 0,0713 gr gefunden, während die Rechnung mit dem

3) Das Mittel ist hier mit doppeltem Gewichte des ersten Resultats genommen, weil dabei ein Faden von doppelter Länge verwendet war.

durch Wägung von Quecksilberfäden bestimmten Inhalte des Theilstrichs

$$122{,}1 \cdot 0{,}00058431 = 0{,}07134^{\text{gr}}$$

als Gewicht jener Wassersäule ergiebt. Auf dieses Resultat hin wurden die auf angegebene Weise gewonnenen Raumbestimmungen als unbedenklich angenommen.

An die getheilten Röhren wurden cylindrische Glasgefässe von 0,7 bis 2,5 CC. Inhalt angeblasen. Zur Ermittelung ihres cub. Inhaltes wurden die Apparate mit luftfreiem Wasser gefüllt und der Theilstrich notirt, bei welchem die Wassersäule endigte, wenn der ganze Apparat die Temperatur des schmelzenden Schnees angenommen hatte. Durch Wägung des gefüllten und dann des sorgfältig ausgetrockneten Dilatometers wurde das Gewicht des Wassers erhalten, mit welchem dasselbe gefüllt war. Um nun von der so gefundenen Anzahl von Grammes auf die Anzahl der Cubikcentimeter überzugehen, welche der Apparat fasst, hat man zu beachten, dass das Gewicht von 1 CC Wasser im Maximum seiner Dichte und im luftleeren Raume einem Gramme gleich ist. Man hat folglich die für Wasser von 0° gefundene Anzahl von Grammes noch durch 0,99987 (Dichte des Wassers bei 0°) zu dividiren und dazu die Gewichtsdifferenz der von dem Wasser einerseits und von den Messinggewichten andererseits verdrängten Luft zu addiren. So wurde beispielsweise für das bei 0°C. mit Wasser bis zum Theilstriche 216,6 gefüllte Dilatometer Nr. 4 gefunden:

	Gewicht	Bar.	Temp.
	13,5648 gr	722,7 mm	10°C ,
leer wog es			
	12,8325 gr	720,0	7,4° .

Das spezifische Gewicht des Glases zu 2,5, das des

Messings zu 8 angenommen, und das der Luft aus der Formel

$$0{,}001293 \frac{B}{760\,(1 + 0{,}003668\,t)}$$

berechnet; erhält man für das Gewicht im leeren Raume

a) des leeren Apparates

$$12{,}8325 + 12{,}8325\; 0{,}0011927 \left(\frac{1}{2{,}5} - \frac{1}{8}\right)$$

b) des gefüllten Apparates

$$12{,}8325 + 12{,}8325\; 0{,}0011864 \left(\frac{1}{2{,}5} - \frac{1}{8}\right)$$

$$+ \;\; 0{,}7323 + \;\; 0{,}7323\; 0{,}0011864 \left(1 - \frac{1}{8}\right)$$

also durch Subtraktion für das Gewicht des Wassers im leeren Raume:

$$0\overset{gr}{,}7323 + 0\overset{gr}{,}00074$$

und endlich durch Reduction auf die grösste Dichte

$$\frac{0{,}73304}{0{,}99987} = 0\overset{gr}{,}73313$$

oder ebensoviele Cubikcentimeter für den Inhalt des Dilatometers bei 0° C. bis zum Theilstriche 216,6.

Nachdem die verwendeten 14 Dilatometer in dieser Weise bestimmt waren, wurden sie mit den verschiedenen Weingeistsorten gefüllt. Es schien wünschenswerth, den Weingeist von der Luft zu befreien, die er absorbirt hielt, ohne dabei seine procentische Zusammensetzung bedeutend zu ändern. Es wurde desshalb über das offene Ende der Röhre mittelst eines Stückchens Kautschukschlauch ein Trichter gestülpt und in diesen der für den Apparat bestimmte Weingeist geschüttet; nachdem dann durch wiederholtes Erwärmen in einem Wasserbade Luft aus dem Apparate ausgetrieben war, und dieser sich grösstentheils mit Weingeist gefüllt hatte, wurde die Temperatur des Bades bis zum Siedepunkte des Weingeists erhöht. Während nun die ausgekochte Luft entweicht, condensiren sich die Wein-

geistdämpfe entweder schon in der Röhre oder in der Flüssigkeit des Trichters, so dass bei Vollendung der Füllung das Destillationsprodukt zum Theil wieder mit dem Zurückgebliebenen vereinigt wird. Vollständige Erhaltung des Procentgehaltes würde dabei natürlich nur dann erreicht, wenn die Condensation vollständig wäre, und der Trichter genau die Menge des in den Apparat einzufüllenden Weingeists enthielte. Eine solche Genauigkeit ist hier nicht nöthig, da das spezifische Gewicht des eingefüllten Weingeists, welches im Apparate selbst bestimmt werden kann, zur Charakterisirung der untersuchten Mischung ausreicht.

Um nun dieses spezifische Gewicht für die Temperatur 0° C. zu ermitteln, wurden die gefüllten Dilatometer in schmelzenden Schnee gebracht und nach Notirung des Theilstrichs, bei welchem die Weingeistsäule endigte, gewogen. Da man aus den früheren Wägungen bereits den Inhalt des Reservoirs, der Theilstriche und das Gewicht des leeren Apparates kennt, so findet man leicht durch Rechnung das Gewicht des Wassers, welches im Maximum seiner Dichte einen gleich grossen Raum einnimmt wie der Weingeist von 0° C.

Es wog z. B. das Dilatometer Nr. 4, mit Weingeist von 0° C. bis zum Theilstrich 158,3 gefüllt, beim Barometerst. von $\overset{\text{mm}}{718{,}5}$ und 7° C. 13,4471.

Es wiegt also der Weingeist im luftleeren Raume

$$\overset{\text{gr}}{0{,}6146} + \overset{\text{gr}}{0{,}00075} = \overset{\text{gr}}{0{,}61535}.$$

Wasser, welches im Maximum seiner Dichte den gleichen Raum einnimmt, wiegt

$$\overset{\text{gr}}{0{,}72183},$$

so dass als spezifisches Gewicht des Weingeistes im Dilatometer Nr. 4 erhalten wird:

$$\frac{0{,}61535}{0{,}72183} = 0{,}8525.$$

Es folgt hier eine Zusammenstellung, in welcher für jedes Dilatometer angegeben ist:

1) Der kubische Inhalt (m) eines Theilstrichs der Röhre.

2) Das Volumen (M) des im Dilatometer befindlichen Weingeistes bei 0° C.

3) Das Verhältniss $\frac{m}{M}$, d. i. der Bruchtheil des ganzen Volumens, den ein Theilstrich ausmacht.

4) Das spezifische Gewicht des Weingeists bei 0° C.

5) Die Volumenprocente, welche diesem spez. Gewichte noch von Baumhauer und van Moorsel[4]) entsprechen.

Nr.	1. (m) CC.	2. (M) CC.	3. $(\frac{m}{M})$	4. spez. Gew.	5. Volum-Proc.
1	0,00029392	0,66846	0,00044030	0,8100	99,3
2	0,00030337	0,65661	0,00046202	0,8089	99,5
3	0,00058431	2,61782	0,00022321	0,8106	99,1
4	0,00019386	0,72183	0,00026855	0,8525	88,2
5	0.00020478	1,00135	0,00020450	0,8530	88,1
6	0,00043357	1,09750	0,00039505	0,8762	79,85
7	0,00019517	0,68249	0,00028597	0,8762	79,85
8	0,00021551	0,99528	0,00021651	0,9061	68,1
9	0,00033474	0,98320	0,00034046	0,9099	66,5
10	0,00024564	0,71924	0,00034153	0,9440	50,3
11	0,00041740	1,59382	0,00026189	0,9603	40,0
12	0,00020618	0,71263	0,00028932	0,9604	40,0
13	0,00023861	0,71477	0,00033383	0,9710	30,0
14	0,00023658	0,70869	0,00033383	0,9710	30.0

4) E. H. von Baumhauer: Verhandeling over de digtheid, de uitzetting . . . . . . van Alkohol en van Mengsels van Alkohol en water. Amsterdam 1860. — Hätte ich mich hierin nach den Tafeln von Tralles gerichtet, so wären die Angaben der Volumenprocente hie und da um 0,1 (einmal um 0,2) verschieden ausgefallen, was für den vorliegenden Zweck — Ermittelung des Einflusses der Temperatur — indifferent gewesen wäre, weil Weingeistsorten, deren Stärke nur um 0,1 Vol. proc. verschieden ist, sich nicht merklich verschieden ausdehnen.

Methode der Versuche.

Die Temperaturen unter 0°, für welche das Volumen des Weingeists bestimmt werden sollte, mussten künstlich hergestellt werden. Bis zu —22° genügte eine Mischung von Kochsalz und Schnee, die tieferen Temperaturen wurden durch Vermengen von Schnee mit krystallisirtem Chlorcalcium erzeugt[5]). Da beide Mischungen einen mehr oder weniger steifen Brei bilden, dessen Temperatur bald in fortgesetztem Steigen begriffen ist, so eigneten sie sich nicht zur unmittelbaren Umgebung des Luftthermometers und der Dilatometer; es wurde vielmehr die Kältemischung selbst in ein dickwandiges Glasgefäss von etwa 20 Centimeter Durchmesser gebracht, welches noch durch eine 4—5 Cent. dicke Hülle von Flaumfedern vor der Wärme der Umgebung geschützt war. In der Mitte dieses Gefässes hieng ein Cylinder von dünnem Messingblech, dessen Inhalt durch Uebergiessen von Kältemischung mit Weingeist erhalten, dünnflüssig und anfangs einige Grade wärmer war als die Kältemischung, die ihn umgab. Das Luftthermometer, welches auf einem in vertikaler Richtung beweglichen Tischblatt aufgestellt war, wurde soweit herabgelassen, dass das Luftreservoir V etwa 3 Cent. unter das Niveau der Flüssigkeit im Messingcylinder einsank. Auf diesen passte ein Deckel von Messingblech, in welchem ausser Oeffnungen, um die Capillare des Luftthermometers und die 2 Stiele eines kreisringförmigen Rührers durchzulassen, noch 6 Röhrchen angebracht waren, in denen spiralförmig eingebogene

---

11) Mischungen von Schnee mit verdünnter Schwefelsäure, welche einigemal versucht wurden, zeigten sich weniger vortheilhaft, da ihre Temperatur rascher steigt, und auch noch andere Unbequemlichkeiten entstehen wie Gefahren der Beschädigung u. s. w.

Metallblättchen federnd die Dilatometer und Quecksilberthermometer fest hielten. Nachdem dieser Deckel aufgesetzt war, wurde der Rührer in Bewegung gesetzt und dabei durch ein Fernrohr das Ende der Weingeistsäulen in den Dilatometern beobachtet. Durch Einwirkung der äusseren Kältemischung auf die etwas wärmere Flüssigkeit im Messingcylinder muss diese weiter erkalten und endlich ein Minimum der Temperatur herbeigeführt werden, dessen Eintritt sich an den Dilatometern durch Beharrlichkeit des Volumens bemerkbar macht. Standen diese sämmtlich einige Minuten unverändert, so wurde ihr Stand notirt, das Luftthermometer eingestellt, das Barometer abgelesen, und die Beobachtung wurde als vollendet angesehen, wenn nicht etwa fortdauernder Stillstand der Weingeistsäulchen oder sehr langsame Aenderung derselben noch zu weiteren Einstellungen einlud. Im letzteren Falle werden die sämmtlichen um ein Minimum herum gemachten Einstellungen zu einer Beobachtung vereinigt.

Sobald eine Beobachtung beendigt war, wurde zur Erzeugung eines neuen Minimums aus dem Messingcylinder ein Theil seines Inhalts herausgenommen und durch wärmere Flüssigkeit ersetzt, bis die Temperatur des Bades wieder um einige Grade höher war als die äussere Kältemischung...

Ueber 0° hat es keine Schwierigkeit, durch Regulirung einer Gasflamme ein Wasserbad, so lange als man will, auf hinreichend constanter Temperatur zu erhalten.

Rechnung des Volumens.

Sei k das Volumen des Reservoirs eines Dilatometers bis zum Theilstrich 0 bei 0° C,

m der von 2 Theilstrichen begrenzte Raum der Röhre bei 0° C,

a die Anzahl der Theilstriche, welche der Weingeist bei 0° C. ausfüllt,

b die Anzahl der Theilstriche, welche der Weingeist bei t^0C. ausfüllt, so ist erstlich

$k + ma$ (in obiger Zusammenstellung mit M bezeichnet)

Das Volumen des Weingeists bei 0^0C., ferner

$$(K + mb)(1 + \beta t)$$

Das Volumen des Weingeists bei t^0C., worin β den kub. Ausdehnungscoefficienten des Glases bezeichnet. Misst man, wie dies in der Folge geschieht, alle beobachteten Volumina durch das Volumen des Weingeists bei 0^0 so ist das Volumen bei t^0:

$$\frac{(K + mb)(1 + \beta t)}{K + ma}$$

Dieser Quotient lässt sich umwandeln in folgendes Aggreget, worin wieder M für $k + ma$ gesetzt ist:

$$1 + \left[\frac{m}{M}(b-a) + \beta t + \frac{m}{M}(b-a)\beta t\right]$$

Die Glieder in der Klammer sind nach der Grösse ihres Einflusses geordnet: das erste giebt den Inhalt der durch Ausdehnung gefüllten oder durch Zusammenziehung entleerten Theilstriche (die scheinbare Volumenänderung), das zweite giebt die Aenderung des unsere Volumeneinheit einschliessenden Glases, das dritte endlich (Produkt der beiden ersten) berücksichtigt die Aenderung des Kalibers der Röhre. —

Correcturen.

Man überzeugt sich leicht, dass zwischen Weingeist und Glas die Adhäsion in solchem Masse wirkt, dass man bei einem dilatometrischen Verfahren wie das beschriebene ohne Berücksichtigung derselben die Zuverlässigkeit der 4. Dezimale des Volumens nicht gewinnen kann. Erwärmt man ein Dilatometer, bis die Flüssigkeit nahe an dem offenen Ende der Röhre steht und bringt dann dieses unter Queck-

silber, so dringt beim Erkalten der Flüssigkeit ein Quecksilberfaden in die Röhre ein, und schiebt, indem er, durch eine Luftschichte getrennt, der zurückweichenden Flüssigkeit nachzieht, das an der Röhrenwand hangen Gebliebene vor sich her. Es geschieht dies zwar nicht so vollständig, dass ein zweiter Faden, den man nach dem ersten eintreten lässt, nicht auch noch ein wenig Flüssigkeit vor sich herschöbe; aber man gewinnt doch mit dem ersten Faden schon den bei weitem grössten Theil des ganzen Betrags, der auf mehrere Theilstriche anwachsen kann.

Es ist also zweckmässig, jedes Dilatometer durch ein oder wenn man grössere Genauigkeit wünscht, durch zwei solche Quecksilbersäulchen zu schliessen, welche zugleich als Stöpsel den Weingeist gegen das Verdunsten schützen und die Menge der hangen gebliebenen Flüssigkeit angeben, welche man dann zu dem um sie zu klein gewordenen Volumen addirt[6]). Leider ist dieses Verfahren, auf welches mich aufmerksam zu machen, Hr. Prof. Jolly die Güte hatte, nicht gleich im Anfang der Untersuchung angewendet worden, und ich musste, um die Correctur wegen der Adhäsion auch für die früheren Resultate zu finden, besondere Versuche anstellen. Dabei zeigte sich, dass die Menge der hangen bleibenden Flüssigkeit rasch mit der Abkühlungsgeschwindigkeit zunimmt, und da diese, wenn die Abkühlung des nämlichen Dilatometers stets in dem nämlichen Medium vor sich geht, nur von der Temperaturdifferenz des Dilatometers und des Mediums adhängig ist, so wurde zur Darstellung der Versuche mit hinreichender Annäherung gesetzt

$$A = \text{const. } D^2$$

wobei A (der Bequemlichkeit wegen) das Verhältniss des

6) Vollständig auf den Weingeist aufsitzende Quecksilberfäden zeigten sich weniger zweckmässig.

hangen Gebliebenen zu M, D aber die genannte Temperaturdifferenz bezeichnet.

Die Constante war für die verschiedenen Dilatometer verschieden, sie hatte den grössten Werth in Nr. 3 nämlich

0,000000257,

den kleinsten in Nr. 13 und 14, nämlich

0,000000080.

Für D wurde bei Berechnung der Correctur A die Differenz zwischen der Temperatur der Umgebung und der beobachteten (tieferen) Temperatur eingesetzt. Da solche Differenzen bis zu 40° vorkommen, so beträgt der grösste Werth, der sich für A ergab, 4 Einheiten der 4. Dezimale des Volumens.

Die Beobachtungsresultate.

Man findet die nach der oben gegebenen Formel gerechneten und, wo es nöthig war, wegen der Adhäsion corrigirten Ergebnisse aller einzelnen Einstellungen in Tafel I. in 3 Abtheilungen zusammengestellt. Die erste Abtheilung enthält jene Versuche, bei welchen die Temperatur mit dem Luftthermometer gemessen ist sammt den Elementen zur Berechnung dieser Temperatur. Die Einstellungen sind in 5 Reihen aufgeführt, deren jede mit einer anderen Füllung des Luftthermometers erhalten wurde.

In der zweiten und dritten Abtheilung sind die Messungen verzeichnet, bei welchen das Quecksilberthermometer allein verwendet worden ist.

In jeder Abtheilung sind die Einstellungen nach der Zeit geordnet, in der sie gemacht wurden.

Die Tafel II. enthält, ebenfalls in 3 Abtheilungen, die Beobachtungen, mit dem Citate der Einstellungen, aus denen sie erhalten wurden. Die Beobachtungen sind nach der Temperatur geordnet. In der 2. und 3. Abtheilung dieser Tafel sind die nicht beobachteten Temperaturangaben

des Luftthermometers so eingetragen, wie sie, den beobachteten Angaben des Quecksilberthermometers entsprechend, aus folgender Tabelle entnommen werden.

Luftthermometer.	Quecksilbertherm. (directe Ablesung)
+ 50	50,20
+ 40	40,20
+ 30	30,18
+ 20	20,14
+ 10	10,08
0	0
— 10	—10,05
— 20	—20,09
— 25	—25,11

Der Theil dieser Tabelle, welcher sich auf Temperaturen über 0 bezieht, ist meiner früheren Arbeit entnommen [7]), die Reductionen unter 0 sind als Resultat der in der 1. Abtheilung der Tafel II. aufgeführten Vergleichungen des Quecksilberthermometers Nr. II. mit dem Luftthermometer anzusehen [8]).

7) Pogg. Annalen. Bd. 123. S. 131.

8) Auf dieses Resultat glaube ich desshalb kein besonderes Gewicht legen zu dürfen, weil erstlich nur ein einziges Instrument verglichen wurde und dieses nicht unter günstigen Umständen. Denn es musste bei den tieferen Temperaturen das Quecksilber-Reservoir zu nahe an der Oberfläche des Bades bleiben, und auch vollständiges Eintauchen bis zum abzulesenden Theilstrich fand nicht immer statt. Beide Einflüsse dürften dahin gewirkt haben, dass die Temperaturangaben des Quecksilberthermometers zu hoch ausgefallen sind. Man wird die Differenzen bei —20° und —25° vielleicht um 0,1° grösser nachweisen können, als die in der Tabelle verzeichneten.

Interpolation.

Man erkennt aus den Beobachtungsresultaten ohne Mühe, dass Weingeist sich ebensowenig gleichförmig ausdehnt als die übrigen Flüssigkeiten, dass also, wenn man sein Volumen bei der Temperatur T (des Luftthermometers) mit V_T bezeichnet und

$$V_T = V_0 (1 + wT)$$

setzt, unter w (Ausdehnungscoefficient) nicht eine constante, sondern vielmehr eine mit der Temperatur wachsende Grösse zu verstehen ist.

Die nächst einfache Annahme ist, w als eine lineare Function der Temperatur zu denken (oder die Reihe, welche w als Function der Temperatur giebt, auf die zwei ersten Glieder zu beschränken) somit

$$w = a + bT$$

zu setzen. Diese Annahme reicht hin, diejenigen meiner Beobachtungen, welche sich auf Weingeist von mehr als 50 Proc. beziehen von der Temp. $T = -39$ bis höchstens gegen $+20^0$ hin darzustellen. Darüber hinaus und bei den geringeren Procentgehalten allgemein findet man die Veränderungen des Ausdehnungscoefficienten so beschleunigt, dass Formeln mit mehr Constanten zu ihrer Darstellung erforderlich schienen und gesetzt wurde:

$$w = a + bT + cT^2.$$

Man findet die zur Rechnung der Volumina V_T verwendeten Formeln in folgender Tabelle zusammengestellt.

Volumen-Procente.	V_T Für die tieferen Temperaturen.	Grenze.	V_T Für die höheren Temperaturen.
99,3	$1+0,001033T+0,00000145T^2$	$+27°$	$1+0,001012T+0,00000220T^2$
88,15	$1+0,000971T+0,00000177T^2$	0	$1+0,000971T+0,00000177T^2+0,00000000825T^3$
79,85	$1+0,000928T+0,00000187T^2$	0	$1+0,000928T+0,00000192T^2+0,00000000430T^3$
68,1	$1+0,000865T+0,00000183T^2$	0	$1+0,000865T+0,00000183T^2+0,00000000500T^3$
66,5	$1+0,000854T+0,00000180T^2$	0	$1+0,000854T+0,00000200T^2+0,00000000360T^3$
50,3	$1+0,000745T+0,00000168T^2+0,00000000400T^3$	0	$1+0,000745T+0,00000185T^2+0,00000000730T^3$
40,0	$1+0,000624T+0,00000218T^2+0,00000000424T^3$	$+46$	— — — — — — — — — — —
30,0*)	$1+0,000385T+0,00000297T^2+0,00000001250T^3$	$+18$	$1+0,0002928T+0,00001079T^2-0,000000118T^3$

*) Erstarrt bei ungefähr —32°C.

Mit Hilfe dieser Formeln sind die Fehler abgeleitet, welche man in Tafel II. neben den beobachteten Werthen in Einheiten der 5. Decimale des Volumens eingetragen findet.

Die Summe der positiven Fehler ist

in Abtheilung	1:	0,00891
„ „	2:	0,00161
„ „	3:	0,00327
		+0,01379

Die Summe der negativen Fehler

in Abtheilung	1:	0,00789
„ „	2:	0,00168
„ „	3:	0,00332
		—0,01289

Die Quadratsumme aller Fehler ist:

in Abtheilung	1	bei 171	Fehlern	0,0000029485
„ „	2	„ 38	„	0,0000005033
„ „	3	„ 82	„	0,0000012811
		bei 291	Fehlern	0,0000047329

woraus sich als mittlerer Fehler berechnet

in Abtheilung	1:	0,000131
„ „	2:	0,000115
„ „	3:	0,000125

und im Allgemeinen $\pm 0{,}000128$.

Daraus ergiebt sich

$$\pm 0{,}000084 \; (= \varrho)$$

als wahrscheinlicher Fehler einer Beobachtung.

Es liegen zwischen	0 und ϱ	181	Fehler	(soll	146)
„	0 „ 2ϱ	250	„	(„	239)
„	0 „ 3ϱ	274	„	(„	278)
„	0 „ 4ϱ	280	„	(„	289)
„	0 „ 5ϱ	290	„	(„	291).

Aus dieser Zusammenstellung sieht man, dass die Constanten der Formeln den Forderungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht ganz so angepasst sind, wie man dies durch Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate erreichen würde. So liegen z. B. zwischen dem vierfachen und fünffachen Betrage des wahrscheinlichen Fehlers noch 10 Fehler, während die Theorie nur 2 gestattet. Hätte man nun diese grossen Fehler vermindern wollen, so hätte man sich dafür Reihen mittelgrosser Fehler von gleichem Vorzeichen müssen gefallen lassen, welche bei Beobachtungen, die bei nahe gleicher Temperatur, aber zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen angestellt werden, offenbar weit unwahrscheinlicher sind, als ein vereinzelter grosser Fehler, der sich leicht aus einem Versehen in Abzählung der durch Ueberzüge von niedergeschlagenem Wasser oder Eis häufig undeutlichen Theilstriche erklärt. Um nun auch wahrscheinliche Werthe für das Volumen nicht wirklich untersuchter, aber zwischen untersuchten liegender Procentgehalte zu gewinnen, habe ich ein graphisches Verfahren angewendet. Es seien nämlich bei 0°C. die Volumina verschiedener Procentgehalte gleich gross, so sind bei einer beliebigen anderen Temperatur (t) die Volumina ungleich, weil die Wärme auf verschieden starken Weingeist verschieden starken Einfluss übt. Diese Volumina sind also Functionen des Procentgehaltes, und es lässt sich für jede Temperatur t eine Curve construiren, welche die Procente zu Abscissen, die zugehörigen Volumina zu Ordinaten hat. Eine solche Curve ist für jeden zwischen —40 und +40 liegenden durch 5 theilbaren Grad der Celsius'schen Scala construirt worden, indem zu den untersuchten Procentgehalten die aus oben stehenden Formeln berechneten Volumina als Ordinaten aufgetragen und deren Endpunkte durch eine Linie von continuirlichem Zuge verbunden wurden. Die Papierbogen, auf

welchen diese Construktionen ausgeführt wurden, waren in kleine Quadrate von etwa 1,5 mm Seite getheilt, drei solche Seiten wurden für ein Volumenprocent, eine für jede Einheit der 4. Dezimale des Volumens in Anspruch genommen.

Die Tafel III. enthält die Volumina, wie sie diesen Curven entnommen sind, von 5 zu 5 Graden des Luftthermometers, der Bequemlichkeit wegen das Volumen bei 0°C. = 10000 gesetzt.

Ein beigefügtes Täfelchen giebt die Reductionen, welche man mit ihren Vorzeichen an dem Volumen anzubringen hat, wenn man unter den vorgesetzten Temperaturen Angaben eines Celsius'schen Quecksilberthermometers verstehen will. Will man die Réaumur'sche Scala substituiren, so darf man nur nach vorgenommener Reduction mittelst des Täfelchens in der Colonne der Temperaturen von 0 aufwärts und abwärts statt der 8 ersten durch 5 theilbaren Zahlen die 8 ersten durch 4 theilbaren einsetzen.

Vergleichung mit früheren Arbeiten.

Die Tafel IV. enthält eine Zusammenstellung meiner Resultate mit denen Gilpins (1790)[9]), und denen der Herren von Baumhauer und van Moorsel (1860) zwischen 0° und +30°C., auf welches Intervall die letzteren Untersuchungen sich beschränken.

---

9) Da ich mir die Philosophical Transactions von 1790 nicht verschaffen konnte, habe ich zu dieser Zusammenstellung die Volumina so benutzt, wie sie H. von Baumhauer zum Vergleiche mit seinen eigenen Resultaten auf seinem Curvenblatte eingetragen hat.

Tafel IV.

Volum.-Proc.	Volumen bei 5°C			Volumen bei 10°C.			Volumen bei 15°C.			Volumen bei 20°C			Volumen bei 25°C			Volumen bei 30°C.		
	Gilpin	Baumhauer	Recknagel	Gilpin	Baumhauer	Recknagel	Gilpin	Baumhauer	Recknagel	Gilpin	Baumhauer	Recknagel	Gilpin	Baumhauer	Recknagel	Gilpin	Baumhauer	Recknagel
100	—	10051	10052	—	10103	10104	—	10156	10157	—	10210	10212	—	10265	10266	—	10321	10322
90	10049	49	49	10099	099	099	10151	150	150	10203	201	203	10257	253	255	10312	306	310
80	47	47	47	94	94	94	143	142	143	192	191	193	244	240	243	298	291	295
70	44	44	44	89	89	89	135	134	135	182	180	182	231	227	229	280	275	279
60	40	41	41	83	83	83	126	126	126	170	169	170	216	213	215	262	258	261
50	37	37	38	75	76	76	115	115	115	156	155	156	197	195	197	240	236	239
40	31	31	32	64	63	64	97	96	98	132	130	133	168	165	169	206	202	207
30	20	21	20	44	43	42	68	67	65	94	93	91	123	121	121	152	150	152

Die Vergleichung zeigt, dass die Ergebnisse meiner Versuche zwischen 0 und $+30^0$ im Allgemeinen wenig von den beiden verglichenen abweichen und da, wo diese selbst erheblich auseinandergehen, zwischen beiden liegen. — Dabei ist indessen nicht zu verkennen, dass sie sich im Ganzen näher an die älteren Resultate Gilpins als an diejenigen der HH. von Baumhauer und van Moorsel anschliessen. Da Gilpin bei seinen Versuchen über die Abhängigkeit des spezifischen Gewichts des Weingeists von der Temperatur meines Wissens nicht dilatometrisch (wie H. von Baumhauer) sondern direct aräometrisch verfahren ist, so dürfte vielleicht die Uebereinstimmung meiner Resultate mit jenen der Rücksicht auf die Adhäsion der Flüssigkeit an den Röhrenwänden zuzuschreiben sein. Wie dem nun sein mag, die Uebereinstimmung über 0^0 scheint das Vertrauen zu rechtfertigen, dass auch unter 0^0 diese dilatometrisch gewonnenen Resultate nur unbedeutend von solchen abweichen, welche man durch ein correctes aräometrisches Verfahren erhalten würde, dass somit diese Arbeit für die praktische Alkoholometrie als eine Ergänzung der Gilpin'schen betrachtet werden darf.

Anwendung auf Alkoholometrie.

Sei S_n das spezifische Gewicht eines Weingeists bei der als normal angenommenen Temperatur von n^0R, S_t das spezifische Gewicht desselben Weingeists bei der Temperatur t^0R, ferner V_n und V_t die Volumina einer bestimmten Gewichtsmenge dieses Weingeists bei den Temperaturen n^0 und t^0, so gilt die Gleichung:

$$S_t = S_n \frac{V_n}{V_t}.$$

Will man nun eine Tafel berechnen, welche für jedes in der Praxis vorkommende t das zugehörige S_t giebt, so

hat man ausser dem aus Tafel III. zu entnehmenden $\frac{V_n}{V_t}$ noch die Kenntniss des S_n nöthig, für alle Procentgehalte, auf welche die Tafel sich erstrecken soll. In Deutschland, wo man für die Alkoholometrie grösstentheils die Arbeit Gilpins zu Grunde legt, ist die Temperatur von

$$60^0 F. = 15^5/_9 {}^0 C. = 12^4/_9 {}^0 R.$$

als normal angenommen, und Hr. Brix giebt a. a. O. S. 6 die spezifischen Gewichte, welche nach Tralles (Gilpin) den einzelnen Procentgehalten bei dieser Normaltemperatur zukommen, auf das Gewicht der Volumeneinheit Wasser bei $12^4/_9{}^0$ R. als Einheit bezogen. Mit Hilfe dieser Daten ist die Tafel V. für jeden ganzen Grad eines Réaumur'schen Quecksilberthermometers zwischen -20^0 und $+30^0$ und für jedes ganze Volumenprocent von 100 bis 30 berechnet worden. Sie enthält demnach die wirklichen spezifischen Gewichte. Wollte man sie aber so, wie sie ist, zur Alkoholometrie benützen, so würde man ungenau verfahren, weil das Aräometer, dessen Volumen sich ebenfalls mit der Temperatur ändert, nicht immer das wirkliche spezifische Gewicht der Flüssigkeit geben kann, in welche es eingetaucht wird. Es sei z. B. das Aräometer von Glas und so eingerichtet, dass es für die Normaltemperatur von $12^4/_9{}^0$ R. die spezifischen Gewichte bis auf 4 Stellen angiebt. Dieses Aräometer zeige, in Weingeist von $12^4/_9{}^0$ R. gesenkt, das spezifische Gewicht 0,9655 an, so sagt die Tafel V., dass dieser Weingeist 30 Proc. Alkohol enthält. Erwärmt man dann denselben Weingeist auf 28^0 R., so würde das Aräometer, wenn sein Volumen dasselbe geblieben wäre, ein spezifisches Gewicht 0,9546 anzeigen; da es aber selbst durch die Erwärmung an Volumen zugenommen hat, so sinkt es weniger tief ein, zeigt also das grössere spezifische Gewicht

$$0{,}9551 = 0{,}9546 \frac{1+\beta' 28}{1+\beta' 12^4/_9}$$

an, wobei β' den cub. Ausdehnungscoefficenten des Glases für 1°R. bezeichnet. Es hat demnach Weingeist von 30 Proc. bei +28°R., mit einem Aräometer aus Glas untersucht, ein scheinbares spez. Gewicht 0,9551, während sein wirkliches spez. Gewicht 0,9546 ist.

Ein der Tafel V. beigegebenes Täfelchen enthält die Reductionen, welche man an dem scheinbaren spez. Gewichte, wie es ein Aräometer aus Glas giebt, anbringen muss, um das wahre spez. Gewicht zu finden.

Die zur Messung des Procentgehaltes an Alkohol üblichen Spindeln oder Alkoholometer sind in der Regel so eingerichtet, dass man an ihnen nicht das spez. Gewicht des Weingeists, sondern, wenn dieser die Normaltemperatur hat, unmittelbar seinen Procentgehalt abliest. Hat der Weingeist die Normaltemperatur nicht, so liest man zwar am Alkoholometer einen unrichtigen Procentgehalt ab, (einen geringeren, wenn die Temperatur unter der Normaltemperatur ist, ausserdem einen höheren) kann aber, wenn man dazu noch die Temperatur des Weingeists kennt, aus Tafel V. den wahren Procentgehalt finden. Man nimmt nämlich aus dieser Tafel dasjenige spez. Gewicht, welches der abgelesene (unrichtige) Procentgehalt bei der Normaltemperatur ($12^4/_9$ °R.) hat, fügt dazu aus dem Hilfstäfelchen die Reduction, welche zu der abgelesenen Temperatur und dem abgelesenen[10]) Procentgehalte gehört und sucht das so erhaltene wahre spez. Gewicht des untersuchten Weingeists in der Horizontalcolonne, vor welcher die abgelesene Temperatur steht. Die Ueberschrift der Vertikalcolonne, in der man es findet, giebt den wahren Procentgehalt des Weingeists.

---

10) Diese Ungenauigkeit ist ohne Einfluss.

Es zeige z. B. das Alkoholometer bei —10° R. einen Procentgehalt 50 an; Weingeist von 50 Proc. hat nach Tafel V. bei 12⁴/₉ ° R. das spez. Gewicht 0,9343, die Hilfstafel giebt für 50 Proc. und —10° die Reduction +7, also ist 0,9343 + 0,0007 = 0,9350 das wahre spez. Gewicht des Weingeists, welches bei —10° einem Weingeist von 59,8 Proc. zukommt.

Man kann auf diese Weise Tafeln construiren, welche von den Ablesungen am Alkoholometer unmittelbar auf den wahren Procentgehalt führen. Eine solche Tafel hat die preussische Normal-Eichungs-Commission herausgegeben[11]), welche zu den von einem gläsernen Alkoholometer bei Temperaturen zwischen —20° und +30° R. angezeigten scheinbaren Spiritusstärken die wahren Stärken giebt. Diese Tafel ist so eingerichtet, dass in einer Vertikalcolonne alle jene Procentgehalte stehen, welche bei den neben beigesetzten Temperaturen das nämliche spez. Gewicht haben, welches der im Titel der Vertikalcolonne stehende Procentgehalt bei der Normaltemperatur besitzt.

Es folgt hier eine Zusammenstellung einiger aus dieser Tafel entnommenen Zahlen mit denen, welche gleichbedeutend aus Tafel V. hergestellt werden.

---

11) Brix a. a. O. S. 19 ff.

Temperatur nach Réaumur.	Zu den vom Alkoholometer angegebenen Proc. 90% gehören als wahre Procente nach		80%		50%		40%	
	Brix.	R.	Brix.	R.	Brix.	R.	Brix.	R.
	%							
—20°	98,3	98,6	90,5	90,8	63,6	63,9	55,3	55,3
—10	96,0	96,4	87,5	87,7	59,7	59,7	50,8	50,8
0	93,7	93,7	84,4	84,4	55,6	55,5	46,1	46,0
+10	90,8	90,8	80,9	80,9	51,1	51,0	41,1	41,2
+20	87,6	87,6	77,2	77,2	46,5	46,4	36,2	36,1
+30	83,9	84,1	73,1	73,2	41,6	41,6	31,2	31,2

Man bemerkt, dass die Differenzen im Allgemeinen sehr unbedeutend sind. In den tieferen Temperaturen, wo sich die Zahlen der Brix'schen Tafel nicht mehr auf Versuche stützen, kann man durch Anwendung der Tafel V. eine Verbesserung von 0,3 bis 0,4 Vol.-Procenten erzielen.

Anwendung auf Thermometrie.

Man habe ein Weingeistthermometer so construirt, dass es zwischen 0° und $+t°$ mit dem Luftthermometer übereinstimmt.

Es sei V_t das Volumen des Weingeists bei t°,
G_t „ „ „ „ „ t°,
und beide Volumina bei 0° seien = 1; so ist

$$\frac{(V_t - 1) - G_t - 1)}{t} = \frac{V_t - G_t}{t}$$

das Volumen des Weingeists, welches einen Grad des Weingeistthermometers ausfüllt.

Seien ferner V und G die Volumina des Weingeists

und des Glases bei irgend einer Temperaturangabe T des Luftthermometers, so ist

$$\frac{(V-1)-(G-1)}{\frac{V_t-G_t}{t}} = t\,\frac{V-G}{V_t-G_t}$$

die Anzahl der Grade, welche man am Weingeistthermometer abliest [12]), wenn das Luftthermometer die Temperatur T zeigt.

Es folgt hier eine Tabelle, welche die Angaben eines Weingeistthermometers enthält, wie sie zwischen 0 und —80° C. den Temperaturangaben des Luftthermometers dann entsprechen, wenn beide Instrumente bei 0° und +15° C. übereinstimmen, und das Weingeistthermometer einmal mit absolutem Alkohol, das zweite Mal mit 90 procentigem Weingeist gefüllt ist.

Temperaturangabe des Luftthermometers nach Celsius.	Weingeistthermometer mit absol. Alkoh.	Differenz — (L.-W.)	Weingeistthermometer mit 90 Procent Weingeist.	Differenz. — (L.-W.)
+ 15	+ 15	—	+ 15	—
0	0	—	0	—
— 10	— 9,6	0,4	— 9,5	0,5
— 20	19,1	0,9	18,8	1,2
— 30	28,2	1,8	27,7	2,3
— 40	37,0	3,0	36,2	3,8
— 50	45,6	4,4	44,4	5,6
— 60	53,9	6,1	52,3	7,7
— 70	61,9	8,1	59,9	10,1
— 80	— 69,5	10,5	67,2	12,8

12) Genau genommen, wird man unter 0° etwas tiefere Temperaturen ablesen, weil die Thermometerröhre sich mit zusammenzieht. Die Differenz beträgt aber (bei t = 15° C.), bei —40° etwa 0,1, bei —80° nur 0,2. Vgl. oben die Rechnung des Volumens.

Die Volumina G des Glases sind mittelst des Ausdehnungscoefficienten β gerechnet, wie ihn die schon oben citirte Formel giebt.

Die Volumina V des Weingeists sind bis —40° aus Tafel III. genommen, unter —40° sind sie aus den Formeln

$$(100\%)\ V = 10000 + 10{,}4T + 0{,}015T^2$$
$$(90\%)\ V = 10000 + 9{,}8T + 0{,}016T^2$$

gerechnet, deren Constanten aus dem für 0, —20° und —40° bekannten Volumen bestimmt sind.

Fertigt man nun ein Weingeistthermometer an, welches bei 0° und +15°C. mit dem Luftthermometer übereinstimmt und vergleicht seine Angaben mit denen des Luftthermometers unter 0°, so wird man wegen der Adhäsion des Weingeists an den Wänden der Thermometerröhre kleinere Differenzen zwischen den Angaben der beiden Thermometer beobachten als die in der Tabelle verzeichneten, und zwar wird die Abweichung der Beobachtung von der Tabelle um so grösser sein, je rascher die Zusammenziehung des Weingeists erfolgt ist.

Mit einem Weingeistthermometer, welches mit 99½ procentigem Weingeist gefüllt war, habe ich folgende Vergleichungsresultate erhalten:

	Luftthern.	Weingeisttherm.	Differenzen — (L-M) Beob.	Ber.	Einfluss der Adhäsion
1)	—40,1° C.	—38,8°	1,3°	3,0°	1,7°
2)	—41,5	—39,9	1,6	3,2	1,6
3)	—79,0*)	—72,9	6,1	10,5	4,4

*) In fester Kohlensäure.

Oben wurde zur Berechnung der Adhäsion die Gleichung verwendet

$$A = \text{Const. } D^2,$$

worin D die Differenz zwischen der Temperatur des Weingeists und der des Bades vor dem Beginne der Abkühlung des ersteren bezeichnet. Diese Differenz war im ersten Versuche 46°, im zweiten 47°,5, im dritten 92°.

Die beiden ersten Versuche lassen sich verwenden, die Constante zu bestimmen, welche man = 0,00075 findet (A in Celsius'schen Graden ausgedrückt).

Damit kann man berechnen, wie gross der Einfluss der Adhäsion wäre, wenn bei 92° Temperaturdifferenz die Abkühlung in einer Flüssigkeit vor sich gienge, und findet 6°,3. In der flockigen Masse der festen Kohlensäure geht die Abkühlung jedenfalls weniger rasch vor sich; also ist auch die Adhäsion geringer als die eben berechnete, was mit dem aus Vergleichung der Tabelle mit dem dritten Versuche abgeleiteten Werthe derselben von 4°,4 übereinstimmt.

Man zieht aus dieser Controle also mit einiger Wahrscheinlichkeit den Schluss, dass die äusserste (bei —80°) in der Tabelle eingetragene Differenz (10°,5) um weniger als 2° von der Wahrheit abweicht.

Aus diesen Versuchen geht ferner hervor, dass die Flüssigkeitsmenge, welche in den Thermometerröhren beim Zusammenziehen des Weingeists hangen bleibt, so bedeutend sein kann, dass bei Vernachlässigung derselben die Messung um viele Grade unsicher wird. Hat man sich aber durch vorläufige Versuche ihre Grösse verschafft (also etwa die Constante der obigen Gleichung bestimmt), so wird man die von dem Einflusse der Adhäsion befreite Messung nach der gegebenen Tabelle mit hinreichender Annäherung auf das normale Temperaturmass reduciren.

…iedrigung von 0° bis T°.

Nr 1… Spec.-G. 0.810…	Nr. 10. Spec.-G. = 0.9440.	Nr. 11. Spec.-G. = 0.9603.	Nr. 12. Spec.-G. = 0.9604.	Nr. 13. Spec.-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
0.032					
0.031					
0.026					
0.025					
0.022					
0.022					
.	.	0.01706	0.01703		
.	.	0.01706	0.01706		
.	.	0.01728	0.01717		
.	.	0.01728	0.01715		
.	.	0.01518	0.01525		
.	.	0.01307	0.01303		
.	.	0.01307	0.01301		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	0.01299	0.01300		
.	.	0.01319	0.01319		
.	.	0.01321	0.01320		
.	.	0.01324	0.01323		
.	.	0.01325	0.01325		
.	.	0.01325	0.01325		
.	.	0.01327	0.01325		
.	.	0.01324	0.01323		
.	.	0.01278	0.01277		
.	.	0.01396	0.01392	0.007743	0.007770
.	.	0.01391	0.01389	0.007727	0.007770
.	.	.	.	0.006706	0.006716
.	.	.	.	0.006706	0.006716
.	.	.	.	0.006249	0.006275
0.020					
0.020					
0.020					
.					

pag. 357—360.

Be drigung von 0° bis T°.

Nr. Spec.-G 0.808	Nr. 11. Spec.-G. = 0.9603.	Nr. 12. Spec.-G. = 0.9604.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
0.022				
0.022				
0.022				
0.022				
.				
.				
.				
.				
0.033				
0.033				
0.028				
0.028				
.	.	0.01314		
.	.	0.01318		
.	.	0.01561		
.	.	0.01559		
.	0.01419	0.01413		
.	0.01625	0.01619		
.				
.				
.				
.				
.				
.				

rniedrigung von 0° bis T°.

. = .	10. S.G. = 40.	Nr. 11. Spec.-G. = 0.9603.	Nr. 12. Spec.-G. = 0.9604.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
	663				
	651				
	508				
	498				
	232				
	991				
	997				
	754				
		.	0.02065		
		.	0.02048		
		.	0.01915		
		.	0.01861		
		.	0.01853		
	0720				
	0718				
	0705				
	0547				
	0545				
	0390				
	0376				
3	0573				
	0463				
	0483				
	0508				
	0513				
	0491				
	0224				
	0227				
	0224				
	0981				
	0988				

24*** pag. 365—368.

...turerniedrigung von 0° bis T°.

...ur... les ...er- ...ter	Nr. 10. Spec.-G. = 0.9440.	Nr. 11. Spec.-G. = 0.9603.	Nr. 12. Spec.-G. = 0.9604.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
...7					
...4					
...9					
...03					
...96					
...88					
...95					
...,30					
...,71					
...,53					
...,53					
...,58					
...,53					
...,53					
	.	.	0.01625		
	.	.	0.01637		
	.	.	0.01431		
	.	.	0.01430		
	.	.	0.01424		
...,01					
	.	.	0.01332	.	0.00750
	.	.	0.01331	.	0.00747
	.	.	0.01329	.	0.00747
	.	.	0.01284	.	0.00724
	.	.	0.01284	.	0.00726
	.	.	0.01284	.	0.00726
	.	.	0.01284	.	0.00724
	.	.	0.01283	.	0.00724
	.	.	0.01280	.	0.00724
	.	.	0.01280	.	0.00723
	.	.	0.01276	.	0.00723
...,50	.	.	0.01128	0.00654	0.00649
...,75	.	.	0.01144	0.00657	0.00652

25 pag. 369—372.

bnahm.

Nr. 4. Spec.-G. 0.8525.	3. = 0.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
0.0129		
0.0171		
.	49	0.00247
.	51	0.00556
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		

—376.

te 7° bis t°.

=	12. SG. = 04.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
		0.00323	0.00329
		0.00691	0.00680
		0.00693	0.00683
		0.00693	0.00683
		—	0.00683
		0.01396	0.01403
		0.01396	0.01403
		0.01403	0.01406
	)423	0.00281	0.00279
0			
0			
6			
		0.01482	0.01480
		0.01528	0.01524
		0.01531	0.01527
		0.01535	0.01531
		0.01533	0.01527
	2063		
	2063		
7			

** pag. 377—380.

...e Zun... bis t°.				
=	Nr. ... Spec.-G... 0.85...	...2. ...G. = ...04.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
5	0.031			
5	0.03			
6	.			
4	.			
	.		0.02017	0.02012
	.		0.02014	0.02012
	.	695	0.02017	
	.	695	0.02017	
	.		0.00791	0.00788
	.		0.00714	0.00710
	.		0.00724	0.00714
2	.			
7	.			
7	0.01			
6	0.01			
8	0.01			
8	0.01			
5	.			
6	.			
6	.			
9	.			
4	.			
6	.			
8	.			
	.	167		
	.	967	0.01443	
	.	967	0.01444	
	.	967	0.01443	
	.	807	0.02128	
	.	799	0.02128	
	.	797	0.02124	
	.	797	0.02122	
3	.	835	.	
5	.	843	.	
3	.	562	0.01107	
3	.		0.01106	
	.			
	.			
	.			
	.			
	.			

** pag. 381—384.

…e Zun… bis t°.

… =	Nr. … Spec.-G… 0.85…	…2. …. = …04.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
5	0.031			
5	0.03			
6	.			
4	.			
	.		0.02017	0.02012
	.		0.02014	0.02012
	.	695	0.02017	
	.	695	0.02017	
	.		0.00791	0.00788
	.		0.00714	0.00710
	.		0.00724	0.00714
2	.			
7	.			
7	0.016			
6	0.016			
8	0.016			
8	0.016			
5	.			
6	.			
6	.			
9	.			
4	.			
6	.			
8	.			
	.	167		
	.	967	0.01443	
	.	967	0.01444	
	.	967	0.01443	
	.	807	0.02128	
	.	799	0.02128	
	.	797	0.02124	
	.	797	0.02122	
2	.	835	.	
6	.	843	.	
8	.	562	0.01107	
8	.		0.01106	
	.			
	.			
	.			
	.			
	.			
	.			

** pag. 381—384.

…e Zun… bis t°.

… =	Nr. … Spec.-G… 0.85…	…2. …. = …04.	Nr. 13. Spec-G. = 0.9710.	Nr. 14. Spec.-G. = 0.9710.
5	0.031…			
5	0.03…			
6	.			
4	.			
	.		0.02017	0.02012
	.		0.02014	0.02012
	.	…695	0.02017	
	.	…695	0.02017	
	.		0.00791	0.00788
	.		0.00714	0.00710
	.		0.00724	0.00714
	.			
2	.			
7	.			
7	0.016…			
6	0.016…			
8	0.016…			
8	0.016…			
5	.			
6	.			
6	.			
9	.			
4	.			
6	.			
8	.			
	.	…167		
	.	…967	0.01443	
	.	…967	0.01444	
	.	…967	0.01443	
	.	…807	0.02128	
	.	…799	0.02128	
	.	…797	0.02124	
	.	…797	0.02122	
2	.	…835	.	
6	.	…843	.	
8	.	…562	0.01107	
8	.		0.01106	
	.			
	.			
	.			
	.			
	.			

…** pag. 381—384.

rthe des Vol

4 u. 5 8,15	R—B
—	
96628	—1
—	·
96735	—1
96862	—2
96846	+2
96924	+
96878	+5
96967	—2
97020	+2
—	·
07063	—
97116	+1
—	·
—	·
97320	+
97347	—
—	·
—	·
—	·
97384	—
97427	+
—	·
—	·
97577	—
97595	—
97656	+
—	
—	
97723	—
97753	—
—	
—	
—	
—	
—	
97885	—
97899	—
97888	+
—	

ebst den Beobachtungsfehlern in

Nr. 11 u. 12 40,0	R—B	Nr. 13 u. 14 30,0	R—B
—	·		
0.97944	+ 3		
—	·		
—	·		
0.98085	—13		
—	·		
—	·		
—	·		
0.98143	— 6		
—	·		
—	·		
—	·		
—	·		
0.98286	+ 2		
—	·		
0.98363	— 2		
—	·		
0.98375	+ 1		
—	·		
0.98378	+ 9		
—	·		
—	·		
0.98440	— 2		
0.98478	+20		
—	·		
—	·		
0.98572	— 5		
—	·		
0.98584	+ 4		
—	·		
—	·		
0.98608	+ 4	0.99225	— 4
0.98669	— 1	0.99252	— 3
—	·	—	
0.98680	+ 1	—	
0.98684	— 1	—	
—	·	—	
—	·	—	
—	·	—	
0.98696	+ 4	—	

ittelwerth nebst den Beobachtungsfehlern in

B	Nr. 4 u. 88,1	Nr. 11 u. 12 40,0	R—B	Nr. 13 u. 14 30,0	R—B
1	—	0.98718	— 2	0.99276	— 2
3	—	—	.	—	.
2	—	—	.	—	.
	—	0.98722	+ 3	—	.
	0.979	—	.	—	.
3	0.979	—	.	—	.
	—	—	.	—	.
	0.979	—	.	—	.
7	—	—	.	—	.
	—	—	.	0.99329	+ 1
	—	—	.	—	.
	—	0.98864	— 2	0.99347	+ 3
	0.981	.	.	—	.
2	—	.	.	—	.
	—	.	.	—	.
2	—	.	.	—	.
	—	.	.	—	.
	—	.	.	0.99374	— 2
4	—	.	.	—	.
	0.986	.	.	—	.
7	—	.	.	—	.
6	.				
8	.				
0	.				
	.				
	.				
7	0.982				
4	—				
1	0.982				
	0.982	0.98938	—11		
3	—	—	.		
2	0.983	—	.		
5	0.984	—	.		
	—	0.99078	—19	0.99447	+10
1	0.985	—	.	—	.
	0.987	—	.	—	.
	—	—	.	0.99752	0

pag. 389—392

elnebst den Beobachtungsfehlern in

Nr. 11 u. 12 40,0	R—B	Nr. 13 u. 14 30,0	R—B
—	.	—	.
—	.	—	.
1.00425	— 1	1.00280	— 6
—	.	—	.
—	.	—	.
—	.	1.00326	+38
1.00839	— 7	—	.
—	.	1.00687	—36
—	.	—	.
—	.	—	.
—	.	1.00715	0
1.01093	+17	—	.
—	.	—	.
1.01164	— 4	—	.
—	.	—	.
—	.	1.00789	— 1
—	.	—	.
—	.	—	.
1.01562	—10	1.01106	— 8
1.01777	—14	—	.
—	.	1.01401	— 3
—	.	—	.
1.01967	+ 5	1.01443	0
—	.	—	.
—	.	—	.
—	.	1.01481	— 2
—	.	1.01529	0
1.02071	+13	—	.
—	.	—	.
—	.	—	.
—	.	—	.
1.02695	+19	1.02017	+10
—	.	1.02014	+14
1.02807	+ 8	1.02125	—24
—	.	—	.
1.03365	— 3	—	.
—	.	—	.

pag. 393—396.

as Vol

)

727
759
791
324
358
392
927
963
000
038
077
116
157
198
241
285
331

Zu Tafel III.

en zur Reduction der Volumina auf die Angaben des Quecksilberthermometers.

100%	90	80	70	60	50	40	30
+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
—	—	—	—	—	—	—	—
0	0	0	0	0	0	0	0
— 1	— 1	— 1	— 1	— 1	— 1	— 1	— 0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	1	1
2	2	2	2	2	2	1	1
2	2	2	2	2	2	1	1

13	61	4
83	41	97
74	40	97
64	39	91
54	38	97
44	37	97
35	36	97
25	36	96
15	35	96
05	34	96
96	33	96
86	32	96
76	31	96
66	30	96
56	29	96

Zu Tafel V.

...on des scheinbaren spezif Gewichts
...eiten der 4 Decim. des spez. Gewichts
(für Glas).

80	70	60	50	40	30

Historische Classe.

Sitzung vom 24. November 1866.

Herr Kunstmann theilte mit:

„Neue Beiträge zur Geschichte des Würmthales."

Dieselben werden in den Denkschriften der Classe zum Abdruck kommen.

Herr Graf Hundt trug vor:

„Der Fund von Reihengräbern bei Gauting in seiner Beziehung zu Tit. XIX cap. 8 der Leges Bajuwariorum.

(Mit einem Kärtchen.)

In Gauting im Landgerichte Starenberg wurden im Spätherbste vorigen Jahres Reihengräber mit Beigaben von Eisen und Thon aufgefunden.

Das Dorf Gauting liegt in dem schmalen, ein halbhundert Fuss tief hier in den Kalkschotter der oberbayrischen Ebene eingesenkten Würmthale, 2 1/2 Stunden unterhalb des Starenberger Seees an dem Punkte, wo die römische Heerstrasse von Augusta Vindelicorum nach Iuvavum das Thal quer durchschneidet, östlich von der Eisenbahn von München nach Starenberg.

Zwei Gemeindewege, der eine unmittelbar auf der Bahn der Römerstrasse, ziehen von dem hier von einem Feldwege

begleiteten Thalrande östlich herab zum Dorfe, an dessen Eingange sie sich vereinen. Durch die allmähliche Vertiefung der drei Wege bildete sich zwischen ihnen eine Art Hügel, welcher als Gemeinde-Eigenthum zur Abhaltung des herkömmlichen Marktes am Pfingstdienstage diente — ein Umstand, dessen Beachtung wegen mancher den letzten Jahrhunderten angehörigen Fundstücke erforderlich wird.

Dieser Hügel nun ward von der Gemeinde zu Anschüttungen bei einer im Herbste vorigen Jahres ausgeführten Herstellung der Bachränder und Verbesserung des Laufes der Würm benützt, und die Abfuhr des Erdreiches führte zu der Entdeckung, dass hier eine beträchtliche Anzahl von Leichen versenkt sei.

Es zeigten sich in der Tiefe von 2—4 Fuss Gräber in Reihen mit Skeletten von Erwachsenen und Kindern. Die Köpfe lagen gen Westen; fast jeder Erwachsene hatte an der Hüfte ein kurzes Messer von Eisen, bei einigen fand sich auch ein Schwert, bei mehreren zwei Schwerter ungleicher Länge, sämmtlich von Eisen; auch Thonperlen verschiedener Farbe kamen mehrfach zum Vorscheine, seltener Beinkäme — Fundstücke, unter welchen Bronce-Gegenstände gänzlich mangeln und welche im Allgemeinen dem Gräberfunde von Seltzen anzugleichen sind, dessen Zeitalter in das sechste Jahrhundert nach Christus gesetzt wird.

An Münzen wurden nur zwei von Kupfer gezeigt, nur eine von erkennbarem Gepräge — sie gehört dem Kaiser Galerius Maximian (305—311 n. Chr.) an.

Spuren des Christenthums fehlen gänzlich; dagegen zeigte sich die auffallende Erscheinung, dass auf jeder Leiche eine schwarze Moderschichte sich fand, welche zweifellos von einem auf dieselbe gelegten Brette herrührt.

Die Fundstücke kamen zum grössten Theile in die schöne Sammlung des Herrn Landrichters von Schab in Starenberg.

Die Gräber, der vorchristlichen germanischen Zeit nach den Beigaben angehörend, rühren offenbar nach Zahl und Ordnung von einer länger hier sesshaften Bevölkerung her; sie sind unmittelbar an einer alten römischen Hauptstrasse angelegt, und weisen demnach auf die früheste Zeit der Einwanderung deutscher Stämme in die zur Einöde gewordene römische Provinz hin, auf jene Stämme, welche in Bälde als das Volk der Bayern in die Weltgeschichte eintreten.

Eine merkwürdige Begründung erhält diese Ansicht aus einer Stelle der Leges Bajuwariorum, welche, in ihrer Fassung bestritten, hinwieder mit Rücksicht auf den Gautinger Befund scheint richtig gestellt werden zu müssen.

In Tit. XIX dieser Leges [1]) findet sich nämlich ein Capitel, das achte, für welches die Codices zwei wesentlich verschiedene Lesearten bieten.

Mit Ausserachtlassung, beziehungsweise grammatisch möglichst reiner Fassung, der zahlreichen aus dem Sprachverderbnisse erwachsenden Abweichungen in den Nebenbestimmungen lautet dasselbe nämlich:

> Quia aliquotiens conspicimus, cum cadaver humo immissum fuerit et l i g n u m i n s u p e r p o s i t u m, cunctis adstantibus, ut requiratur dominus cadaveris, ut primus terram superejiciat, et, si liber, similiter filius aut frater, ne rei sint ceteri humatores; quod omne a falsis judicibus fuerat aestimatum, non in verae legis veritate repertum.

Für l i g n u m lesen nun einige Codices: „et l i g n o insuper positum."

Die älteren Ausgaben der Bajuarischen Gesetze, von Tilius, Herold, Lindenbrog, Georgisch, Baluzius, Senckenberg, (Sichard hat den betreffenden Tit. XIX nicht) geben sämmtlich, abgesehen von den hier unwesentlichen gramma-

1) Im Textus primus Merkels. In Pertz Mon. Germ. hist. XV. p. 329.

tischen Mängeln, gleichmässig die erstere Lesung, wonach das Brett auf den Todten gelegt ward.

Hiemit im Einklange hat dann auch noch Professor Weinhold in seiner schönen Arbeit über die heidnische Todtenbestattung in Deutschland in den Schriften der Wiener Akademie vom Jahre 1859 [1]) dieser Sitte mit den Worten gedacht:

> „Aus den bayerischen Volksgesetzen kennen wir, dass bei den Bayern im 6.—8. Jahrhunderte die Leiche mit einem Balken oder Bretterdecke überdeckt ward."

Zuerst Mederer hat in seiner lange Zeit hindurch mustergültigen Ausgabe der L. B. die abweichende Leseart „ligno insuper positum" aus einem Codex der Universität Ingolstadt, nun Münchens (Cod. B. 1. bei Pertz) aufgenommen, fügt jedoch aus einem Aldersbacher Codex (Cod. G. 1. bei Pertz) bei: es sei zweifelhaft, ob der todte Körper auf das Brett oder das Brett auf den Todten gelegt worden. [2])

Die Zweifel, welche damals aus den entgegenstehenden Lesungen gleich beachtenswerther Codd. sich ergaben, dürften nun durch den Augenschein des Gräberfundes bei Gauting, des ersten dieser Art, welcher mit voller Sicherheit erhoben ward, vollkommen gelöst zu erachten sein.

Als der ausgezeichnete Bearbeiter der Leges Bajuwariorum für die Pertz'sche Sammlung der Monumenta Germaniae historica, Professor Johann Merkel aus Nürnberg, sich dieser Aufgabe mit unendlichem Fleisse unterzog, und nach sorgfältigster Zusammenstellung aller Handschriften und den umfassendsten Vorstudien im Jahre 1863 seine Ausgabe im XV Bande der Monumenta ans Licht treten liess, war

---

2) B. XXX der Denkschriften S. 195, des Separatabdruckes S. 115.
3) Mederers Beiträge etc. B. V. S. 259.

noch nirgends ein Augenschein über bajuwarische Gräber verzeichnet.

Merkel theilt seine 34 Codd. und ersten Ausgaben verlorener Handschriften [4]) in drei Gruppen, weist nach, dass in diesen Gruppen offenbar manche Bestandtheile auf wesentlich anderer gesetzlicher Abfassung beruhen, verschieden nach Zeit und Ort des Entstehens der betreffenden Bestimmungen, und gibt hienach drei in der Reihung und dem Inhalte mehrfach von einander abweichende Texte.

Der zweite dieser Texte, in welchem das fragliche Capitel dem Tit. XLIII, gleichfalls als das achte, angehört [5]), beruht ausschliesslich auf zwei Handschriften (C. 1. und 2. bei Pertz) jenem der Universität München, welchen Mederer zu Grund legte, und einen Oberaltaicher, nun in der k. Hof- und Staatsbibliothek. Beide bieten nur die von Mederer gebrachte Lesung.

Aber auch als ersten Text hat Merkel die nach unserer Ansicht irrige Leseart aufgenommen, und nur im dritten Texte, in dessen Tit. XVIII unser Capitel wieder das achte bildet [6]), hat er den Wortlaut der älteren Ausgaben beibehalten, hier allerdings schon dadurch genöthigt, dass in den bei diesem Texte berücksichtigten Codd. F. 1. und 2. schon die Ueberschrift des betreffenden Capitels lautet: de ligno super cadaver in selpulchro misso.

Unserer Ansicht nach hätte auch im ersten, den ältesten wohl vorzugsweise repräsentirenden, Texte das „et lignum insuper positum" Aufnahme finden sollen.

Es handelt sich ja hier nicht um einen nach Zeit und Ort etwa verschieden gefassten Rechtssatz: eine Volkssitte wird besprochen; diese aber war wohl in der heidnischen

4) Er zählt 35, den Oberaltaicher Codex zweimal, zuerst als C. 1. und später von anderer Hand überschriebene Varianten als E. 9.

5) Mon. G. h. XV. 355.

6) M. G. h. l. c. 442.

Zeit im ganzen Volksstamme eine und dieselbe — sie wurde nur nach Einführung des Christenthums verlassen und von da an war ihre Darstellung irrthümlicher Auffassung der Ueberlieferung preisgegeben.

Unsere Handschriften reichen nun sämmtlich nicht mehr in die heidnische Zeit des Volkes der Bayern zurück. Aber für Herstellung des ältesten und Urtextes wird das sachliche Verhältniss, der Befund, festzuhalten sein, soweit nicht eine Unvereinbarkeit mit dem überlieferten Buchstaben des Gesetzes dawider steht.

Was zuerst die Handschriften betrifft, so hat nicht nur ein namhafter Theil derselben, sondern sogar die Mehrzahl sämmtlicher Codd. die nach unserer Ansicht allein richtige Fassung: vierzehn Handschriften und drei erste Ausgaben, sohin 17 von den 34 Codd.[7]) bieten sie dar. Es bleibt um so mehr für die gegentheilige Lesung eine Minderzahl, als sechs von den 30 erhaltenen Handschriften nicht bis zu 8. Capitel des betreffenden Titels reichen, oder überhaupt nur Bruchstücke der L. B. enthalten.

Allerdings stellt sich die Zählung anders, wenn nur die zwölf Handschriften und ersten Ausgaben ins Auge gefasst werden, welche, bei Pertz unter lit. A und B verzeichnet, dem Textus primus Merkels zur Grundlage dienen: von diesen finden wir nur vier auf Seite des „ligno" und sechs bieten „lignum", zwei aber reichen nicht bis zum fraglichen Capitel.

Es kann indessen hier überhaupt die Zahl nicht entscheiden; es ist nur nachzuweisen, dass die von uns vertre-

7) Es sind die Codd. A. 1. 4. B. 6. E. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 10, F. 1. 2. G. 1. 2. und die ersten Ausgaben B. 5. E. 8. und 11. welche „lignum" bieten, während die Codd. A. 2. 3. B. 1. 2. 3. 4. C. 1. 2. D. 1. 4. sohin zehn „ligno" lesen; endlich die Codd. A. 5. B. 7. D. 2. 3. E. 7. und 13, dann die erste Ausgabe E. 12., sohin sieben, das fragliche Capitel nicht enthalten.

tene Leseart als eine urtextliche sich darstelle, so dass die Abweichungen unter die Varianten verwiesen werden können. Und da vermögen wir uns denn aus der Reihe der unter A und B verzeichneten Handschriften auf solche aus dem X Jahrhunderte in Paris (A. 1.) und in Ivrea (A. 4.), aus dem XII Jahrhunderte in der Hof-, und Staatsbibliothek, ursprünglich im Kloster Benediktbeuern, zu berufen, Handschriften, welche an Alter und Güte kaum einer andern nachstehen.

Würdigen wir sodann den Sinn der Stelle, so ist wohl logisch richtig gefasst überhaupt nur der Satz in der älteren Lesung: . . cadaver humo immissum et lignum insuper positum. Sollte des Brettes als Unterlage der Leiche gedacht werden, so musste es vor Erwähnung des Einsenkens in die Grube geschehen. Die Handlung des Niederlegens auf das Holz musste ja dem Hinablassen vorhergehen. Ueberhaupt aber kömmt der Anwendung eines Brettes bei der Bestattung als Unterlage des Körpers doch wohl zu geringe Bedeutung zu, um hier aufgezählt zu werden.

Mag auch nach dem sprachlichen Zustande der Urkunde, wie sie auf uns gelangt, und wohl auch schon ursprünglich gegeben wurde, mit gutem Grunde ein übergrosser Werth hierauf nicht zu legen sein, so dürfte doch nicht geleugnet werden können, dass eine solche mit den Denkgesetzen in dem buchstäblichen Laute kaum vereinbare Fassung Zweifel erregt, und an sich schon auf ein Verderbniss des Textes hinweist. Nachdem nun der Thatbestand in den uralten Gräbern von Gauting festgestellt ist, wird derselbe, wie uns scheint, für die Auslegung und Berichtigung dieses Textes entscheidend.

Es ergibt sich nämlich bei der von uns vertretenen Lesung auch ein ganz guter Sinn.

Schon in vorausgehenden Bestimmungen hat nämlich das Gesetz Verletzungen auch an Leichen für strafbar er-

klärt[8]). Nun führt es die Sitte an: auf den Todten nach der Einsenkung in die Grube ein Brett, wie zu dessen Schutze zu legen, und vor dem Beginne der Handlung des Zuwerfens mit Steinschotter und Erde, wodurch die Pietät gegen den Verstorbenen verletzt wird, aus dem Umstande die Nächstbetheiligten, zum Empfange des Wehrgeldes berechtigten, zur Theilnahme an der gleichsam schuldhaften Handlung zu veranlassen. Schliesslich dann reprobirt das Gesetz die Meinung, als käme dieser Sitte die Bedeutung einer bei Meidung richterlicher Beahndung gegebenen Vorschrift, einer gesetzlichen Bestimmung, zu.

Man hat mit dieser Sitte den in Oberbayern noch allgemein üblichen Gebrauch in Beziehung gebracht, an den Gangsteigen die Todtenbretter, auf welchen der Verstorbene gelegen, bemalt und beschrieben, meist auch mit Paternoster-Perlen an einem Eisendraht versehen, aufzustellen, um die Vorübergehenden zur Fürbitte für den Verlebten zu veranlassen[9]).

Unsere Leseart lässt sich mit dieser Ansicht recht wohl verbinden. Das Brett, auf welchem der Todte gelegen hatte, und welches in heidnischer Zeit ihm noch zum Schutze in das Grab mitgegeben wurde, ist jetzt in christlicher Zeit, wo die Bestattung in vollständigem Sarge erfolgt, aus frommer Sorge für sein Seelenheil an vielbetretenen Fusspfaden ausgestellt. So scheint auch hier eine christliche Sitte vorzuliegen, welche aus heidnischem Gebrauche erwuchs.

8) In den vorhergehenden Capiteln des Tit. XIX de mortuis et eorum compositione wird nicht nur das Verbergen und Vernichten von Leichen, das Stehlen ihrer Bekleidung, sondern jede „tam minima plaga quam maxima“ mit zwölf solidis bestraft; ja dieselbe Busse trifft den Schädiger, wenn er auch nur Geyer und Raben auf der Leiche tödten wollte.

9) Note 63 zum ersten Texte Merkels, mit Bezug auf des Freiherrn von Leoprechting „Aus dem Lechrain“ S. 250.

Zu Graf v. Hundt: Reihengräber.

K r e

G r u b - F e l d

Römer

U n t e r b

uting

O b e r b r

von Starnberg

nach München

Römerstrasse

lith. Anst. v. P. Haustetter in München

866. II. 3.

Einsendungen von Druckschriften.

Von der naturforschenden Gesellschaft und dem bienenwirthschaftlichen Verein zu Altenburg:

Mittheilungen aus dem Osterlande. 17. Band. 3. und 4. Heft. 1866. 8.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a) Denkschriften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 25. Bd. 1866. 4.

b) Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

I. Abtheilung. (Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zool. Anatomie).
52. Bd. Jahrg. 1865. Okt. Nov. Dez. 3. 4 5. Hft.
53. Bd. Jahrg. 1866. Jan. — Mai 1.—5. Hft. 8.

II. Abtheilung. (Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie etc.)
52. Bd. 3. 4. 5. Hft. Jahrg. 1865. Okt. Dez.
53. Bd. 1.—4. Hft. Jahrg. 1866. Jan.—April. 8.
51. Hft. 1. 2. 3. Jahrg. 1865. Okt., Nov. Dez.
52. Hft. 1.—4. Jahrg. 1866. Jan.—April.

c) Archiv für österr. Geschichte. 35. Bd. 1. und 2. Hälfte.
36. Bd. 1. Hälfte.

d) Register zu den Denkschriften der philosophisch-historischen Classe. Bände 1—14. 1.

Register zu den Sitzungsberichten der philos.-philolog. Classe zu den Bänden 41—50. 5.

Register zum Archiv für Kunde österreichischer Geschichtsquellen. 1866. 4. und 8.

e) Fontes rerum Austriacarum. Oesterreichische Geschichtsquellen. 1. Abth. Scriptores 7. Band. Geschichtsschreiber der husitischen Bewegung in Böhmen. Thl. 3. 1866. 8.

2. Abth. Diplomataria et Acta. 24. Bd. Diplomatarium Portusnaonense operâ Jos. Valentinelli. 1865. 8.

Von der k. sächsischen Staats-Regierung in Dresden:

Archiv für sächsische Geschichte. Herausgegeben von Dr. Karl v. Weber. 4. Bd. 3. 4. Hft. Leipzig 1866. 8.

Von der k. preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin:

Monatsbericht. Juni. Juli 1866. 8.

Von der k. b. Central-Thierarzneischule in München:

Thierärztliche Mittheilungen. 13. Hft, 1866. 8.

Von der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen:

Abhandlungen. 12. Bd. Von den Jahren 1864—1866. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

a) Festschrift. Herausgegeben in Veranlassung der Jubelfeier ihres 50jährigen Bestehens am 29. Dezbr. 1864. 4.

b) 50. 51. Jahresbericht 1864. 1865.—1866. 8.

Von der Universität in Heidelberg:

Jahrbücher der Literatur. 59. Jahrg. 8. Heft. August. 1866. 8.

Vom landwirthschaftlichen Verein in München:

Zeitschrift. November 11. Dezember 12. 1866. 8.

Von der pfälzischen Gesellschaft für Pharmacie in Speyer:

Neues Jahrbuch der Pharmacie und verwandte Fächer. Zeitschrift. Bd. 26. Hft. 4. Oktober. 1866. 8.

Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:

32. Jahresbericht. Erstattet am 3. Januar 1866. 8.

Von der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde in Salzburg:

Mittheilungen. 6. Vereinsjahr. 1866. 8.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrgang 1866. 16. Bd. Nr. 3. Juli, August, September. 1866. 8.

Von der Gesellschaft für pommer'sche Geschichte und Alterthumskunde in Stettin:

Baltische Studien. 21. Jahrg. 1. und 2. Hft. 1866. 8.

Von der Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medicinische Jahrbücher. 12. Bd. 6. Hft. 1866. 8.

Vom Verein für Naturkunde in Offenbach a. M.:

Siebenter Bericht über seine Thätigkeit. Vom 14. Mai 1865 bis zum 31. Mai 1866. 8.

Von der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 9. Jahrg. 1865. 8.

Vom Verein für hessische Geschichte und Landeskunde in Kassel:

a) Zeitschrift. Neue Folge. Hft. 1. 1866. 8.
b) Urkundenbuch des Klosters Germerode, verfasst von Jul. Schmincke. Erstes Supplement der Zeitschrift. Neue Folge. Bd. 1. Heft 1. 1866. 8.

c) Mittheilungen. Nr. 20. 21. 22. Jan., April, Aug. 1866. 8.
d) Verzeichniss der Bibliothek. 1866. 8.

Verein für Geschichte der Deutschen in Böhmen in Prag:

a) Mittheilungen. 4. Jahrg. Nr. 4—7. Jan.-März 1866.
5. Jahrg. Nr. 1. Juli 1866. 8.
b) Beiträge zur Geschichte Böhmens. Abth. 3. Bd. 1. Geschichte von Trautenau. 1866. 8.
c) Vierter Jahresbericht. Vom 16. Mai 1865 bis 15. Mai 1866. 8.

Von der k. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften in Erfurt:

Jahrbücher. Neue Folge. Heft. 4. 5. 1866. 8.

Von der Société royale des sciences in Lüttich:

Mémoires. Tom 19. 20. 1866. 8.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus hebdomadaires des séances. Tom. 63. Nr. 14—20. Octobre, Novembre 1866. 4

Von der Geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. 1. Part. 2. 1865—1866. Second Session. 1866. 8.

Von der Chemical Society in London:

Journal. Ser. 2. Vol. 4. July, August, September. New Series. Vol. 4. 1866. 8.

Von der Geological Society in London:

Quaterly Journal. Vol 22. Part. 3 August 1. 1866. Nr. 87. 1866. 8.

Von der Asiatic Society of Bengal in Calcutta:

a) Journal. Edited by the philological Secretary. New Series. 132. Part. 1. Nr. 1. 1865. 8.

b) Journal. Edited by the natural history Secretary. New Series. Nr. 131. Part. 1. 2. Nr. 1. 1866. 8.

c) Proceedings. Edited by the general Secretary. Title, index and appendix for 1865 1866. 8.

d) Bibliotheca Indica; a collection of oriental wocks. New Series Nr 83—87 und 89—92. Nr. 212. 213. 214. 1865. 8.

Von der Zoological Society in London:

a) Transactions. Vol. 5. Part. 5. 1866. 4.

b) Proceedings. Part. 1. 2. 3. January—December for the year 1865. 8.

c) Report of the council, read at the annual general meeting. April 20. 1866. 8.

Von der Linnean Society in London:

a) Transactions. Vol. 25. Part. 2. 1865. 4.

b) Journal. Botany. Vol. 9. Nr. 35. 36. 37. Oct. 1865. Freb. und June 1866. 8.

c) Journal of the Proceedings Zoology. Vol. 8. Nr. 31 und 32. 1865. Vol. 9. Nr. 33. 1866. 8.

d) List of Fellows. 1865. 8.

Von der Royal Society in London:

a) Philosophical Transactions. Vol. 155 for the year 1865. Vol. 156. for the year 1866. 4.

b) Proceedings. Vol. 14. Nr. 78—85. 1865. 66. 8.

Von der Royal astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. 20. 14. being the quarto Volume for the session 1864—1865. 1866. 4.

Von der literary and philosophical Society in Manchester:

a) Memoirs. Third Series. Vol. 2. London 1865. 8.

b) Proceedings. Vol. 3. 4. Sessions 1862—1863 and 1863—64. 1864—65. 8.

Vom Institut national Genèvois in Genf:

Bulletin. Nr. 29. 1866. 8.

Von der Académie Royale de Médecine in Brüssel:

Mémoires des concours et des savants étrangers. Tom. 6. 1. Fasc. 1866. 4.

Von der Historisch Genootschap in Utrecht:

Kronijk. 21. Jahrg. 5. Serie. 1. Deel. 1866. 8.

Von der Royal Irish Academie in Dublin:

a) Transactions. Polite literature. Vol. 24. Part. 3. 1866. 4.
b) Transactions. Science. Vol. 24. Part. 5. 1866. 4.
c) Transactions. Antiquities. Part. 5. 6. 7. 1865. 8.

Von der Commission impériale archéologique in St. Petersburg:

a) Compte Rendu pour l'année 1864. Supplement: Erklärung einiger im Jahre 1863 im südlichen Russland gefundenen Gegenstände von L. Stephani. Mit Atlas. 1865. 4.
b) Recueil d'antiquités de la Scythie. Livraison 1. 1866. 4.

Von der Société des sciences naturelles iu Strassburg:

Mémoires. Tom. 6. 1. Livrais. 1866. 4.

Von der Société de Physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. 18. 2. P. 1866. 4.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néederlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. 1. 3. 4. Livraison.

Von der Académie royale des sciences lettres et des beaux arts de Belgique in Brüssel:

Bulletin. 35ᵉ année. 2. Série. tome 22. Nr. 9. 10. 11. 1866. 8.

Vom Herrn Alexander Wilcocks in Philadelphia:

Thoughts on the influence of ether in the solar system, its relations to the zodiacal light, comets, the seasons and periodical shooting stars. 1864. 4.

Vom Herrn Schultz in Weissenburg:

Archive de Flore recueil botanique. Herbarium normale. Herbier de plantes nouvelles peu connues et rares d'Europe. Juin 1866. 8.

Vom Herrn A. Grunert in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. 45. Thl. 3. Heft. 1866. 8.

Vom Herrn Rudolph Kner in Wien:

Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857. 58. 59. Zoologischer Theil. 1. Bd. 1. und 2. Abtheilung. Fische. 1865. 8.

Vom Herrn H. G. Stillfried in Berlin:

Register zu Band 2.—7. der Monumenta Zollerana 1866. 4.

Vom Herrn Rudolph Günther in Zwickau:

Die indische Cholera in Sachsen im Jahre 1865. Auf Grund amtlicher Mittheilungen und eigener Wahrnehmungen. Mit einem Atlas. Leipzig 1866. 8.

Vom Herrn Aug. Vogel jun. in München:

Die Aufnahme der Kieselerde durch Vegetabilien. 1866. 8.

Vom Herrn Bruhns in Leipzig:

Meteorologische Beobachtungen angestellt auf der Leipziger Universität in den Jahren 1864 und 1865. 1866. 8.

Vom Herrn Friedr. W. Schultz in Dürkheim a. H.:

Zusätze und Berichtigungen zu den in Pollichia 20 und 21 abgedruckten Grundzügen zur Phytostatik der Pfalz. 1866. 8.

Vom Herrn C. F. Naumann in Leipzig:

Lehrbuch der Geognosie. 3. Bd. 1. Lief. 1866. 8.

Vom Herrn Bernhard von Cotta in Freiburg:

Ueber das Entwicklungsgesetz der Erde. Leipzig 1867. 8.

Vom Herrn Filippo Parlatore in Florenz:

Le specie dei cotoni e tavole. 1866. 8.

Vom Herrn Wilhelm Vischer in Basel:

Antike Schleudergeschosse. Einladungsschrift zu der Feier von Winkelmanns Geburtstag, welche die antiquarische Gesellschaft zu Basel den 9. Dezember 1866 zu geben gedenkt. 1866. 4.

Vom Herrn Friedrich Goppelsroeder in Basel:

Beitrag zur Prüfung der Kuhmilch; mit besonderer Rücksicht auf Milchpolizei. 1866. 8.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Philosophisch-philologische Classe.

Sitzung vom 15. Dezember 1866.

Herr Thomas macht Bemerkungen:

„Ueber drei von Herrn Cortambert in Paris herausgegebene mittelalterliche Karten".

Herr Cortambert, Vorstand der geographischen Section an der kaiserl. Bibliothek zu Paris, bespricht im Octoberheft des Bulletin de la Société de Géographie, drei Pergamentkarten, welche auf einer Versteigerung von Handschriften in London für obiges Institut erworben worden sind.

Diese drei Karten, deren Fac-simile im Steindrucke wiedergegeben sind, verdienen sowohl wegen ihres Alters als wegen ihres Gegenstandes unsere Beachtung.

Alle drei sind aus der Venezianischen Schule, wie man wohl sagen darf: denn die Kartographie hat, wie so manches ähnliches, gerade in dieser Handels- und Seemannstadt eine besondere Pflege und Ausbildung erhalten: in ihr entwickelte sich von selbst ein kunstgemässes, wissenschaftlich fort-

schreitendes kartographisches Studium, es war dieses eine nothwendige Zugabe zur See- und Schiffahrtskunde.

Zwei dieser Karten geben uns ein Bild des Uferlandes und der Lagunen von Venedig selbst, die dritte führt uns in den Orient, an die Küste von Palästina.

Die erste von jenen beiden hat ein Grieche Theophanes gezeichnet. Aus Eigenheit oder Spielerei, wie manche Abschreiber von mittelalterlichen Codices, wählte er die griechische Schrift der sonst lateinischen Namen. Sie trägt die Aufschrift:

ΑΝΝΟ ΧΒΒΕ - ΔΟΥΚΑΝΤΕ *ΠΕΤΡΟΥΣ ΖΙΑΝΩ ΙΝ ΑΥΛΑ* *ΜΑΙΟΡΙΣ ΚΟΝΚΙΛΙΟ* *ΘΕΟΦΑΝΕΣ ΠΙΝΞΙΤ.*

d. i. anno MCC ducante Petro Ziano in aula maioris consilii Theophanes pinxit.

Aehnliche Unebenheiten der Sprache wie der Titel zeigen auch die geographischen Namen, denen Herr Cortambert ihren gehörigen Platz anzuweisen nicht unterlassen hat.

Wenn derselbe fragt (p. 335): mais que peut être de nos jours un lieu que nous trouvons ici entre l'Adige et l'Atrianus sous le nom de Caput Ageri, et, dans d'autres cartes du moyen âge, sous celui de Caput Argine? Nous croirions volontiers que c'est le bourg actuel de Cavarzere — so ist die Identität des letzteren mit jenem *ΚΑΠΟΥΤ ΑΓΕΡΙ* unbezweifelt und anerkannt. *Caput aggeris* — das ist der urkundliche so oft vorkommende Name — war lange im Süden, was Grado im Norden, der feste, dem Wasser künstlich abgewonnene oder doch durch Dämme

vertheidigte Grenzort des jungen Freistaates am Rialto. Daher sein Name. *Caput aggeris*, Italienisch *Capo d'Argine*, ist im weichen Venezianischen Mund, welcher das Latein sich unmittelbar gerecht gemacht zu haben scheint, *Cavarsere* geworden; vgl. unter anderm Mutinelli lessico Veneto s. v. *arsere* und *Cavarsere*. Romanin storia di Venezia I, 47. Dasselbe Wort *arsare* = argine kehrt in mehreren verwandten Bildungen wieder. *Arsaran* — *Cavarsaran*, letzteres entspricht gleichfalls einem *Capo d'Argine*, d. h. Dammbauten-Vorstand; Boerio sagt: *cavarsaran* colui che sotto la direzione d'un ingegnere soprantende agli uomini che lavorano agli argini dei fiumi. Egli ha sotto di sè un subalterno che chiamasi *arsaran*. Hieher gehören *arsarar* = arginare, *arsaretto* = arginetto, *arsaron* = arginone.

Die Inselgruppe von Venedig selbst ist, namentlich auch durch den Zug des Canal-grande ganz sinnfällig angegeben und trägt den altherkömmlichen, auch in den Staatsurkunden weitherein gebräuchlichen Namen des eigentlichen Herzpunktes von Venedig *PIYOAATI Rivoalti*. Auch nachdem die grossen Dinge im Palazzo Ducale geführt wurden, behielt Rialto gleiche Geltung, und nicht umsonst liessen sich dort die Kaufleute deutscher Nation ihr grosses Lagerhaus errichten, welches sie bis zum Ende der Republik behaupteten.

Die andere Karte von Venedig ist nicht bloss in der Anlage sorgloser, sondern hat auch stark gelitten. Vom Titel ist folgendes lesbar oder leicht zu ergänzen:

PETRUS CORRARIVS CONFINIV(M) SIGNAVIT INT(E)R REPVBLICAE VENETA(E) ET CARRARI(E)NSES DOMINIA . . . . . . ANNO (MCC)CLXXIV PETRUS AGNANUS FECIT

Die Herstellung der Jahreszahl 1374 ist durch die Geschichte bedingt; Herr Cortambert, dessen Ausdruck . . . les confins entre la république de Venise et la principauté de Carrare — nicht scharf gewählt ist, nahm sie nur vermuthungsweise an, und meint, es könnte auch 1274 sein. Allein die Grenzbestimmung auf unserer Karte bezieht sich sicher auf die Friedensverträge, welche im September 1373 nach einem hartnäckigen Kriege zwischen Venedig und den Carrara von Padua zu Stande kamen. Vgl. Romanin III. 245. 246, oder Le Bret Staatsgeschichte der Republik Venedig 2, 1, 112 ff.

Ob Petrus Corrarius (i. e. Cornarius), welchem hier die Feststellung der Grenzlinie übertragen ist, derselbe Pietro Corner ist, welcher als Provveditor und Procurator vorher und nachher in wichtigen staatlichen Sendungen verwendet wurde, und in eben diesem Kriege, an welchem Ludwig von Ungarn wesentlichen Antheil nahm, eine wichtige Rolle spielte, vgl. Sabellicus hist. rerum Venet. p. 352. 358. 360 (im ersten Bande des Istorici delle cose Veneziane), vermag ich auch mit Beiziehung von Cicogna Inscrizioni Venez. VI. 70 u. s. w. nicht zu entscheiden, allein es ist sehr wahrscheinlich.

Die dritte Karte trägt die Aufschrift:

MARINVS SANVTVS
SVRIAE TERRAE
LOCA SIGNAVIT. A·
MCCCL · DOMINICVS
PIZIGANO FECIT.

Es ist eigentlich Palästina, wie Herr Cortambert richtig bemerkt. Die Namen sind sehr verblichen und zum Theil

unleserlich. Auf der Küste ist am nördlichen Ende ein Rest übrig OR, dann folgt TYRVS, jenes mag (DAM)OR sein, der südlich letzte Punkt LAR. S wird in LAR(I)S, d. i. LARISA zu ergänzen sein.

Uebrigens verweise ich auf meinen „Paraplus von Syrien und Palästina" aus den Abhandlungen unserer Classe v. J. 1864 (X. 1.) p. 53 ff. und auf unser 'Epimetrum: Marini Sanuti Syriaca' im Urkundenbuch der Republik Venedig Band 2 (der Fontes rerum Austriacarum Band 13) p. 399 ff.

Herr Christ theilt eine Abhandlung mit:

„Ueber die metrische Ueberlieferung der Pindarischen Gedichte".

Dieselbe wird in den Denkschriften der Classe veröffentlicht werden.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 15. Dezember 1866.

Herr Moriz Wagner hielt mit Vorzeigung verschiedener Fundstücke einen Vortrag über:

„Das Vorkommen von Pfahlbauten in Bayern mit einigen Bemerkungen über die bisherigen Hypothesen hinsichtlich des Zweckes und Alters der vorhistorischen Seeansiedlungen."

Seit den wichtigen Ergebnissen, welche die ethnologischen Untersuchungen über die Urzeit, besonders in Dänemark, Belgien, Frankreich und der Schweiz geliefert haben, wurden in den meisten Ländern Europas die schon früher begonnenen Nachforschungen nach den ältesten Spuren des Menschen und den ersten Anfängen seines noch sehr rohen Kulturlebens mit vermehrtem Eifer fortgesetzt. Dieselben haben besonders während der letzten Jahre zu vielen interessanten Entdeckungen geführt. Auch auf deutschem Boden haben die Blicke in jene vorhistorischen Zeiten durch die Untersuchungen vieler Höhlen, Gräber, Torfmoore und Seen manchen neuen Dämmerlichtstrahl empfangen, der uns zu weiteren Hoffnungen ermuthigt. Wenn unser Wissensdrang, der gerade bezüglich dieses Gegenstandes so begreiflich, noch weit entfernt ist, befriedigt zu sein, so lassen sich doch günstigere Resultate bei beharrlicher Fortsetzung solcher Arbeiten mit grosser Wahrscheinlichkeit erwarten. Von besonderer Bedeutung für diese Forschungen

ist in jüngster Zeit die wichtige Entdeckung einer sehr alten menschlichen Niederlassung bei Schussenried in Würtemberg, deren Existenz, wie die gefundenen Thierreste beweisen, der sogenannten Rennthierzeit angehört, welche selbst hinter der ältesten Steinzeit der Pfahlbauten, wie sie uns bei Wangen und Moossendorf entgegentritt, gewiss um viele Jahrhunderte zurückliegt.

Die ersten Spuren von sehr alten Pfählen, denen von Dr. Ferdinand Keller zuerst entdeckten und beschriebenen s. g. Pfahlbauten der Schweiz sehr ähnlich, wurden auf bayerischem Boden von Professor Desor im Mai 1864 bei der Roseninsel im Würmsee aufgefunden, wie Herr Professor v. Siebold bereits in einem frühern Berichte erwähnt hat. Herr Desor meinte damals, dass diese Pfähle in ihrer Form am meisten denen gewisser Stationen der Steinzeit im Neuenburger See sich nähern. Da Herr Desor bei seinem sehr kurzen Besuch keine Zeit hatte, selbst Baggerversuche vorzunehmen, so handelte es sich darum, durch sorgfältige weitere Untersuchungen die Richtigkeit seiner Entdeckung zu bestätigen und das relative Zeitalter der Niederlassung durch eine Vergleichung des Materials und der Formen von Fundstücken zu bestimmen.

Meine ersten im Juni 1864 in einem geringen Umfange vorgenommenen Aushebungen des Seegrundes südlich von der Roseninsel haben bereits einige charakteristische Artefacte von Bronze geliefert. Weitere Spuren von sehr alten Pfahlgruppen wurden bald darauf von Herrn v. Siebold am Chiemsee und von mir am Westufer des Ammersees, alte rohe ungebrannte Thonscherben und gespaltene Thierknochen, aber ohne Pfähle, auch am Schliersee und Wörthsee aufgefunden.

Nach einem wiederholten Besuch der wichtigsten in den letzten Jahren ausgebeuteten Fundstätten in der Schweiz und am Bodensee setzte ich während der Herbstmonate der

beiden letzten Jahre an den bayerischen Seen jene früheren Nachforschungen nach den Spuren der alten Seeansiedlungen der vorhistorischen Zeit fort und erlaube mir in diesem Bericht einige der wesentlichsten Ergebnisse dieser Arbeiten der hohen Akademie vorzulegen.

Die Trockenheit des Herbstes 1865 und der ungewöhnlich niedrige Wasserstand waren für diese Arbeiten sehr günstig und zu Baggerversuchen einladend. Den Spiegel des Würmsees (Starnbergersees) fand ich im September und Oktober 1865 um 2 P.-F. 4″ niedriger als in denselben Monaten 1864. Zuerst wurde in diesem See die seichte Stelle, welche in geringer Entfernung vom Ufer zwischen der Villa Knorr und der herzoglichen Villa von Possenhofen gelegen, nach Herrn Desor's Vermuthung ein s. g. Steinberg oder künstlicher von Rollsteinen aufgeschütteter Hügel sein sollte, wie solche in den Seen der Westschweiz häufig neben den Pfahlbauten vorkommen, von mir näher untersucht. Diese Geröllbank ragte im September 1865 einen Fuss über dem Niveau des Wasserspiegels, während sie im Mai 1864 als ich sie in Begleitung der Herren Desor und Gümbel besuchte, fast 1 $^{1}/_{2}$′ Fuss unter dem Wasser stand. Die Nachgrabungen konnten daher ebenso, wie bei den alten Pfählen nahe der Insel Wörth, wo gleichfalls ein grosser Theil der sonst wasserbedeckten Stellen trocken lag, mit gewöhnlichen Grabschaufeln statt der schwerfälligen Baggerschaufel vorgenommen werden, wodurch diese Arbeiten wesentlich erleichtert wurden.

Das Ergebniss einer genauen Untersuchung dieser Stelle war der Hypothese meines verehrten Freundes nicht günstig. An den verschiedenen aufgebrochenen Stellen zeigten sich weder Pfähle noch irgend eine Spur von jener schwärzlichen oder braungelben s. g. Kulturschicht, welche aus vermoderten organischen Resten bestehend gewöhnlich die Küchenabfälle und rohen Kunstprodukte jener alten See-

bewohner einschliesst. Bei wirklichen künstlich aufgeschütteten s. g. Steinbergen, wie in der Westschweiz fehlt diese Kulturschicht selten. Statt derselben kam an sämmtlichen aufgewühlten Stellen 1′ unter der obersten Schichte von Gerölle und Sand jener graue Thonmergel, der alte Seeboden zum Vorschein, der auch in den Schweizerseen jedes weitere Vorkommen von gespaltenen Thierknochen und ethnographischen Fundstücken ausschliesst. Die erwähnte Stelle ist daher von den verschiedenen Punkten, die wir früher als muthmassliche Reste alter Seeniederlassungen bezeichneten, zu streichen.

Die Existenz wirklicher Pfahlbauten an der Süd- und Westseite der Insel Wörth im Würmsee, die in neuerer Zeit Roseninsel genannt wird, ist dagegen durch meine Untersuchungen während der beiden letzten Jahre sicher und vollständig bestätigt worden. Die dortigen Ausgrabungen wurden von mir nach einem Plan ausgeführt, den ich theils nach den Beobachtungen und Belehrungen an verschiedenen Punkten der Schweiz und am Bodensee, wo die praktisch erfahrenen Pfahlbauforscher Messikomer, Schwab, Forel, Suter, Ullersberger, Löhle u. s. w. mich mit ihrem gütigen Rath unterstützten, theils nach eigenen Erfahrungen bei früheren Baggerversuchen im Würmsee gefasst hatte.

Zu diesem Zwecke wurden von mir drei Kähne gemiethet und vier Arbeiter in Dienst genommen, die ich täglich 8 Stunden lang beschäftigte. Sobald an einer angegrabenen Stelle die Fundschicht oder s. g. Kulturschicht entblösst war, wurde ein Kahn durch eingeschlagene Stangen befestigt und nach vorsichtiger Abgrabung der obersten Sand- und Geröllschicht die ganze Masse der darunter liegenden Kulturschicht, meist vermoderte Holz- und Knochenstücke, mit Sand und Rollsteinen gemengt, in den Kahn geschaufelt, um daselbst s o g l e i c h s o r g f ä l t i g durchsucht zu werden. War ein Kahn gefüllt, so wurde er an

das Ufer gerudert, die Modermasse nochmals durchsucht und dann an das Land geworfen. Ein zweiter Kahn ersetzte inzwischen den ersten und veränderte seine Stellung, wenn die Kulturschicht, die nirgends über 1′ mächtig ist, erschöpft war, und der hoffnungslose graue Mergelboden des alten Seegrundes zum Vorschein kam. Der dritte Kahn wurde von mir zu Sondirungen und Baggerversuchen an tieferen Stellen verwendet.

Indem ich diese Arbeiten selbst leitete und auf das sorgfältigste überwachte, wurden jene bedauernswerthen, der wissenschaftlichen Hauptfrage höchst schädlichen Irrthümer vermieden, welche einige Forscher am Bodensee und in der Schweiz einzig deshalb begangen haben, weil sie die Baggerarbeiten weder selbst leiteten, noch strenge überwachten.

Es liegt ausserordentlich viel daran, die verschiedenen Schichten, in welchen Ueberreste der vorhistorischen Zeit und der späteren Perioden gefunden werden, genau zu unterscheiden. Kunstprodukte der Römerzeit, des Mittelalters und der modernen Zeit werden bei solchen Ausbaggerungen oft mitgefunden. Denn diese Seeufer hatten sicher zu allen Zeiten ihre Bewohner und von Zeit zu Zeit fielen zufällig verschiedenerlei Gegenstände ihres Haushalts in den See oder wurden als abgenützt hineingeworfen und von den sich bildenden Niederschlägen des Seegrundes überdeckt. Doch liegen diese Artefakte der verschiedenen Perioden überall, wo nicht starker Wellenschlag oder die Hand des Menschen die Niederschläge störte, übereinander, nie nebeneinander, ganz analog den fossilen Organismen der verschiedenen geologischen Formationen. Stets liegen die Gegenstände der spätern Perioden in den obersten oft sehr dünnen Schichten von Schlamm, Gerölle und Sand, nicht in der tiefer liegenden eigentlichen Kulturschicht der Pfahlbauten. Wer daher nicht an

Ort und Stelle den Ausgrabungen beiwohnt, wer dieselben nicht fortwährend scharf beaufsichtigt, der wird gewiss leicht und oft getäuscht werden. Er wird unter den von den Arbeitern ausgeschaufelten Gegenständen stets mitunter auch Artefakte späterer Zeiten erhalten, die nicht den Pfahlbauten angehören und dadurch zu irrigen Schlüssen hinsichtlich des Alters dieser Seedörfer verleitet werden. Ich werde am Schlusse dieses Vortrages auf diesen Punkt, der so grosse Verwirrungen und Irrthümer in der Altersschätzung der vorhistorischen Seeniederlassungen erklärt, eingehender zurückkommen.

Es gelang mir vom August bis zum Oktober an verschiedenen Stellen der Westseite der Wörthinsel, wo ich bei früheren Versuchen nur wenige oder gar keine Pfähle bemerken konnte, deren in ziemlich grosser Zahl aufzufinden. Da jedoch die meisten Pfahlköpfe gar nicht oder nur wenige Zolle über dem Seeboden emporragen, so sind sie hier bei höherem Wasserstande und etwas bewegtem See sehr schwer zu finden. Nur in den Herbstmonaten, wo das Wasser sehr durchsichtig ist, kann man sie bei heiterm Himmel auch vom Kahn aus deutlich erkennen. Die meisten Pfähle bestehen aus Fichtenholz, sind sämmtlich Rundhölzer, haben 3—4″ im Durchmesser und Spitzen von 4—5″ Länge. Sie sehen denen der Pfahlbauten bei Morges im Genfersee am ähnlichsten und wurden wahrscheinlich wie diese mit Bronzebeilen oder s. g. Kelten zugespitzt. Letztere aufzufinden ist mir indessen nicht gelungen. Die Pfähle in den Niederlassungen der reinen Steinzeit, wie in Robenhausen, haben gewöhnlich kürzere Spitzen und zeigen eine rohere Bearbeitung.

Vom August bis Oktober 1865 wurden von mir an 21 verschiedenen Stellen südlich und östlich von der Insel Löcher in der Regel von 10 □′ Ausdehnung bis 3′ Tiefe gegraben. An 14 Stellen kam die Fundschicht zum Vor-

schein, an 7 angebaggerten Stellen fehlte sie. Letztere waren entweder unter der Bodenbedeckung der alten Pfahlhütten, wo sich die Küchenabfälle nicht ansammeln konnten, oder zu weit vom Rand der Hütten entfernt. An der Südseite beginnt die Kulturschicht in sehr geringer Entfernung, meist 10—15′ vom Inselufer und reicht im Durchschnitt nicht über 60′ in den See hinein. Die entlegenste Stelle, wo ich an der Südseite noch Spuren von gespaltenen Knochen fand, war nach einer genauen Messung 114′ vom Inselufer entfernt. An der Westseite ist das Areal des Vorkommens derselben noch beschränkter und entfernt sich nicht über 60′ vom Land. Das ganze Areal des von den Pfählen und der Kulturschicht eingenommenen Bodens möchte ich auf etwa 3000□′ schätzen.

Bei den hohen Pfählen, welche an der Südwestseite eine dreifache mitunter etwas unterbrochene Reihe bildend, in einer Tiefe von 8—10′ unter dem Wasserspiegel stehen und 4—6′ hoch sind, zeigte der von der Baggerschaufel aufgewühlte Boden keine Spur von organischen Resten. Die Sage schreibt diese Pfähle einem Brückensteg zu, der bis zum dreissigjährigen Krieg existirt haben soll [1]). Ebenso

---

1) Ein historischer Nachweis fehlt darüber ganz. Fast alles, was die verschiedenen historisch-topographischen Schriften über den Würmsee und seine Uferorte bezüglich der Vergangenheit der Insel Wörth mittheilen, beruht auf ungewisser Sage, zu deren Begründung die geschriebenen Beweise fehlen. Föringer in seiner vortrefflichen „historisch-topographischen Skizze des Würmsees“ (München 1845) und Leoprechting in seinem „Stammbuch von Possenhofen und der Insel Wörth“ (München 1854) gestehen Beide zu, dass „über der Vorzeit dieses kleinen Fleckes Erde ein geheimnissvolles Dunkel schwebt“. Dass an der Stelle des kleinen christlichen Kirchleins, von dem noch einige dachlose Mauern übrig geblieben, einst ein heidnischer Tempel gestanden, ist unsichere Sage. Von dem Kirchlein, das nach seinem Baustyl, so weit sich derselbe nach den

lieferten die wiederholten Nachgrabungen von den theils trocken liegenden, theils sehr seichten Stellen einer Geröllbank, welche ähnlich dem s. g. Steinberg bei Nidau im Bielersee, von der Wörthinsel südlich weit in den See hinein fortsetzt, nur negative Resultate, d. h. weder Pfähle, noch Fundstücke. Auch bei den zahlreichen Pfählen der Ostseite konnte ich nur geringe Spuren der alten Küchenabfälle finden.

In sehr reichlicher Menge kamen dagegen gespaltene Thierknochen und Bruchstücke von Thongeschirren der bekannten rohen Form besonders an einigen Stellen der Westseite zum Vorschein. Hier, wo in unregelmässigen Zwischenräumen viele sehr dicke alte Pfähle stehen, lieferte ein einziges Loch von 10□′ in einer Tiefe von ½′ unter dem Seeboden über 50 Pfund Knochen. Die meisten erkenn-

---

dürftigen Ruinen bestimmen lässt, wahrscheinlich in den ersten Jahrhunderten der Christianisirung Baioariens entstand, weiss man nicht einmal, welchem Heiligen es geweiht war. In der Geschichte des Bisthums Augsburg von **Placidus Braun** wird dieser Kirche gar nicht erwähnt. Auch hinsichtlich der Existenz der beiden Brückenstege, von deren Pfeilern noch Spuren vorhanden, **während des christlichen Mittelalters und deren** angeblicher **Zerstörung durch die Schweden im dreissigjährigen Kriege** scheint jeder begründete Nachweis durch vorhandene Urkunden zu fehlen. Vage Volkssagen mögen zwar eine Erwähnung verdienen, haben aber kein historisches Gewicht. **Föringer** selbst bemerkt in seiner oben erwähnten Schrift, dass mit der mündlichen Ueberlieferung: es sei die Insel ein stark besuchter Wallfahrtsort gewesen, die historisch erwiesene Thatsache einer frühern Eigenschaft der Insel als Rittersitz „Karlsburg" genannt (1545—1762) in einem gewissen Widerspruch stehe. Ich bemerke noch, dass **ganz ähnliche** Brückenstege, wie bei der Insel Wörth auch bei einigen Pfahlbauten im Bieler- und Neuenburger See in vorhistorischer Zeit existirten. Könnten daher nicht auch jene Brückenpfähle im Würmsee einer viel ältern Periode angehören als dem Mittelalter?

baren Knochen gehören dem Torfschwein, der Torfkuh und dem Edelhirschen an. Am seltensten finden sich Reste des Pferdes, obwohl solche bei der Wörthinsel doch etwas häufiger als in den Pfahlbauten der Schweiz vorkommen. Von den grössten Wiederkäuerarten, dem Ur, Wisent und Elenn, welche in der Fundschicht von Robenhausen ziemlich häufig vorkommen, konnten bis jetzt noch keine Reste mit Bestimmtheit nachgewiesen werden. Von den Thierschädeln sind nie grössere Fragmente vorhanden. Die meisten Knochen sind in kleine Bruchstücke zerschlagen. Nur vom s. g. Torfschwein (Sus scropha palustris) welches nach Rütimeyers Untersuchungen sowohl vom heutigen Wildschwein als von den jetzt in unsern Gegenden verbreiteten Racen zahmer Schweine sehr wesentlich abweicht, gelang es mir, einen wohlerhaltenen ganzen Unterkiefer zu finden. Durchbohrte Bärenzähne, deren z. B. die Pfahlbauten bei Wangen am Bodensee zahlreich lieferten, wurden nicht gefunden, obwohl der braune Bär selbst, wie bereits früher Herr Professor v. Siebold erwähnte, in der Pfahlbaufauna der bayerischen Seen bestimmt vorkommt[2]).

Die meisten Bruchstücke von Gefässen bestehen aus ungeschlemmtem und ungebranntem Thon, der mit Quarzsandkörnern gemischt ist. In Beschaffenheit des Materials und der Form können sie von denen, welche die alten Küchenabfälle der Pfahlbauvölker in den Seen und Torfmooren der Schweiz lieferten, nicht unterschieden werden. Auffallend ist, dass von Ziegeln und Thongeschirren der Römerzeit, welche bei dem Bau der königlichen Villa auf der Insel selbst an verschiedenen Stellen theils in ganzen

---

2) Von menschlichen Knochen konnte bis jetzt keine Spur aufgefunden werden, was sicher beweist, dass jene Urbewohner am Würmsee trotz ihres Fleischhungers keine Kannibalen waren.

Stücken, theils in grösseren Bruchstücken gefunden wurden, und die von den älteren rohen Thongeschirren der Keltenzeit schon durch die Feinheit des Materials sich bedeutend unterscheiden, in der Fundschicht des Sees nicht das geringste Fragment nachgewiesen werden konnte. Diess ist ein Beweis mehr, dass diese Pfahlhütten zur Zeit, als die Römer oder deren Zeitgenossen die Insel selbst bewohnten, bereits verlassen waren.

Von Werkzeugen aus Stein, Holz oder Knochen wurde bei den Ausgrabungen dieser beiden letzten Jahre nichts gefunden, von Feuersteinen überhaupt nur ein einziges Bruchstück. Die auf der Insel selbst zur Zeit des Schlossbaus ausgegrabenen Lanzenspitzen von Feuerstein, von welchen die grössere in der königlichen Villa der Wörthinsel aufbewahrt wird, die kleinere durch die Güte des geh. Legationsrathes v. Dönniges in den Besitz der ethnographischen Sammlung gekommen ist, sind feiner gearbeitet, als die grosse Mehrzahl ähnlicher Feuersteinartefakte aus den schweizerischen Pfahlbauten der ältern Steinzeit. Nur die mittleren und oberen Kulturschichten der Steinzeit, welche im Torfmoor von Robenhausen über dem durch Feuer untergegangenen älteren Pfahlbau liegen, liefern ähnliche Kunstprodukte, nämlich sehr gleichmässig zugehauene, fein gearbeitete Feuersteine als Lanzen- und Pfeilspitzen, Sägen, Messer u. s. w. Die erwähnte grössere Lanzenspitze der Wörthinsel kann in Bezug auf Schönheit der Arbeit den in Dänemark zahlreich gefundenen, vortrefflich gearbeiteten Feuersteinwaffen, welche in den dortigen Gräbern nicht nur aus der reinen Steinzeit, sondern auch vom Anfang der Bronzezeit vorkommen, vollkommen an die Seite gestellt werden. An der kleinern Lanzenspitze ist die eigenthümliche breite Form auffallend, zu welcher die steinernen Pfahlbaualterthümer der Schweiz meines Wissens kein ganz passendes Analogon liefern. Der Feuerstein selbst ist den

an den Küsten der Nord- und Ostsee vorkommenden braunen fettglänzenden pelluciden Feuersteinen ähnlicher als der grauweissen undurchsichtigen Varietät im schweizerischen Jura, aus welchem die meisten Feuersteinartefakte der Pfahlbauten im Bieler- und Neuenburgersee zweifelsohne bestehen.

Von Bronzegegenständen wurde eine grössere Schmucknadel von 215 M.M. Länge gefunden. Dieselbe trägt einen kleinen massiven Knopf, ohne die charakteristische Linienverzierung, welche die 1864 an derselben Stelle gefundene Nadel mit grossem hohlem Knopfe zeigt. Sie ist sonst in Form und Grösse vielen Schmucknadeln aus den Bronzestationen der Westschweiz sehr ähnlich. Ein in derselben Kulturschicht ausgegrabener Bronzering, wahrscheinlich ein Armring für Kinder mit Oeffnung, zeigte dagegen die dem keltischen Bronzeschmuck eigenthümlichen Linien und gleicht nahezu den in den Pfahlbauten von Cortaillod gefundenen Armringen bis auf wenige unwesentliche Verschiedenheiten der Form an den offenen Enden. Weitere an der Süd- und Westseite der Insel ausgegrabene Bronzegegenstände sind eine Nähnadel, ein kleiner Meissel, ein Ohrring und zwei kleine Bruchstücke von anderem unbestimmbaren Bronzeschmuck.

Herr Landrichter v. Schab in Starnberg, ein eifriger Alterthumsforscher, der bereits im Sommer 1864 meinen ersten Ausgrabungsversuchen wiederholt beiwohnte, überhaupt den an der Wörthinsel entdeckten Fundstellen seine fleissige Aufmerksamkeit widmete, hat im Sommer 1865 gleichfalls an verschiedenen Stellen bei den Pfählen südwestlich von der Insel einige Nachgrabungen nach einem ähnlichen Prinzip vorgenommen. An einer der entblössten Stellen fand er in der gleichen Fundschicht sehr nahe der Insel drei verschiedene Schmuckgegenstände von Bronze. Einer derselben ist gleichfalls eine Nadel mit spiralförmig

gewundenem Knopfe, wie er auffallend ähnlich an den im Bielersee gefundenen Nadeln vorkömmt, deren die berühmte Sammlung des Obersten Schwab in ziemlicher Zahl besitzt.

Mit diesen Artefakten wurden auch die bereits 1864 bei der Wörthinsel von mir ausgebaggerten nicht zahlreichen Gegenstände Herrn Dr. Ferdinand Keller in Zürich, dem gründlich bewanderten Kenner des Alterthums und Entdecker der Pfahlbauten, welcher aus den verschiedenen Museen der Schweiz über ein sehr reichhaltiges Material zur Vergleichung verfügt, vorgelegt. Nach aufmerksamer Prüfung dieser Artefakte erklärte Dr. Keller: dass sie denselben wesentlichen Formencharakter wie die in den Pfahlbauten der Westschweiz gefundenen Bronzegegenstände tragen, dass sie sicherlich derselben Zeit und wahrscheinlich auch einem Volk von gleichem Stamm angehörten. Am eigenthümlichsten ist darunter eine Schmucknadel mit einem grossen linienverzierten, nach oben in konischer Spitze auslaufenden Knopfe. Unter den Hunderten von Schmucknadeln im Museum des Obersten Schwab befindet sich nur eine einzige, die ihr ähnlich ist. Dass die chemische Analyse der Bronze dieser Nadel nach Professor Kayser keinen Nickel nachwies, kann nicht als ein Beweis gegen den gleichen Ursprung gelten, da zwar die meisten, aber nicht alle Bronzestücke der schweizerischen Pfahlbauten Nickel enthalten. Ein am Griffe abgebrochenes Bronzemesser ähnelt den Bronzemessern aus den Stationen am Neuenburger See. Ein plattes Werkzeug aus Knochen mit einem Loch am Ende gleicht in der Form einem in Keller's „Berichten" abgebildeten Nephritwerkzeug, welches wahrscheinlich zum Netzstricken gebraucht wurde.

Herr Gerichtspräsident Forel aus Morges, ein erfahrner Kenner dieser vorhistorischen Alterthümer, welcher davon gleichfalls eine sehr interessante Privatsammlung besitzt, erklärte, nachdem er im Sommer 1865 die Fundstelle bei der

Roseninsel besucht und die von mir ausgegrabenen Stücke gesehen hatte, ebenso wie Dr. Keller, dass nach seiner festen Ueberzeugung sowohl Pfähle als Artefakte im Würmsee nach Vorkommen und Form den berühmten von ihm gründlich ausgebeuteten Pfahlbauten bei Morges im Genfersee sehr nahe stehen und dass eine ähnliche Wasseransiedlung aus derselben Zeit in den Umgebungen der Wörthinsel zweifelsohne existirt habe.

In der dortigen Kulturschicht fehlen aber auffallender Weise die Holzkohlen. Auch die alten Pfähle selbst zeigen keine Spur von Verkohlung. In den Pfahlbauten am Bodensee bei Wangen und Ueberlingen, ebenso im Torfmoor von Robenhausen, wo sehr zahlreiche Fundstücke vorkommen, ist die Kulturschicht mit vielen tausenden von Kohlenstückchen geschwängert und viele Pfahlköpfe verrathen deutliche Brandspuren. Dieser Umstand, verbunden mit der geringen Tiefe der Fundstelle bei der Wörthinsel, *scheint* mir die Armuth an Artefakten trotz der ausserordentlich grossen Zahl von Thierknochen hinreichend zu erklären.

Diese alte Seeniederlassung ist sicher nicht durch Feuer zerstört worden und bildet damit einen Gegensatz zu vielen Pfahlbauten der Schweiz, besonders zu denen am Pfäffikonsee, wo man man mit ziemlicher Sicherheit sogar die Richtung erkennt, welche der zweimal wiederholte Brand bei dem Föhnwind genommen. In den Schweizerseen sind nur jene Kulturschichten, wo die verkohlten Pfähle die Zerstörung dieser Niederlassungen durch Feuer beweisen, an Fundstücken ergiebig. Wo die jeder Fäulniss widerstehenden Kohlen fehlen, verlohnt sich auch dort nicht die Mühe des Suchens.

So kommen z. B. in den grossen Pfahlbauten bei Maurach am Ueberlingersee, die nicht durch Feuer zu Grunde gegangen, fast gar keine Artefakte vor, während in der nahe gelegenen Station Nussdorf, wo die Pfähle Brand-

spuren zeigen, von Herrn Ullersberger Hunderte von Werkzeugen aus der Steinzeit gefunden wurden. Wenn die Pfahlbauten bei Morges im Genfersee eine scheinbare Ausnahme machen, so ist diess durch eigenthümliche Verhältnisse erklärbar. Dort standen die Hütten eines Volkes, welches im Besitze zahlreicher Bronzewerkzeuge war und seine scharfen Bronzeäxte selbst goss, auf hohen Pfählen in Tiefen von 10—16'. Was dort von Werkzeugen und Schmuckgegenständen zufällig in den See fiel war in solchen Tiefen für die damaligen Bewohner nicht leicht wieder herauszufischen. So ist es erklärlich, dass bei einer Niederlassung, welche nach allem Anschein nicht durch Feuer zerstört worden ist, Herr Forel mit dem von ihm angewandten, sehr zweckmässigen Apparat eine bedeutende Menge von interessanten Alterthümern der Bronzezeit aus dem Seeboden heraufholen konnte. Den Pfahlbaubewohnern am Würmsee musste es dagegen in einer geringen Tiefe von 3—4' leicht sein, ihre zufällig in das Wasser gefallenen, werthvollen Bronzestücke selbst wieder zu holen und es ist fast zu verwundern, dass man deren überhaupt findet.

Das gänzliche Fehlen von Holzkohlen in dieser Fundschicht beweist auch, dass die alten Bewohner in ihren Pfahlhütten keine Kochfeuer brannten, vermuthlich wegen der Feuersgefahr. Ihre Küchenherde müssen sie demnach auf dem Lande gehabt haben. Auch die an den schweizerischen Seen so häufig vorkommenden grossen thönernen Ringe, auf welchen wahrscheinlich die Gefässe an das Feuer gestellt wurden, fehlen hier. Die Wörthinsel selbst existirte entweder damals schon als ein natürliches Eiland, oder das Volk, das jene Pfahlhütten errichtete, erhöhte gleichzeitig den Grund der schmalen Sandbank, die dort vorhanden, durch Zufuhr von Kies und Rollsteinen und schuf durch diese Aufschüttung eine künstliche Insel, wie gewiss auch mehrere der s. g. Steinberge im Bieler- und Neuenburger-

See waren. Mit Zunahme der Bevölkerung mag die Insel vergrössert worden sein und hatte zur Zeit der Römerherrschaft im südlichen Deutschland wohl bereits ihre jetzige Ausdehnung. Bekanntlich sind bei den Erdarbeiten, die dem Bau des königlichen Lustschlosses vorangiengen, ganz zufällig neben den Kunstprodukten einer ältern Periode auch merkwürdige Alterthümer aus der Römerzeit aufgefunden worden, während die Kulturschicht im See von letzteren keine Spur nachwies.

Hätte die Roseninsel in ihrer gegenwärtigen Ausdehnung schon in vorhistorischer Zeit existirt, so wäre der Zweck der Pfahlhütten, die doch unzweifelhaft dort einmal gestanden, ein Räthsel. Wozu hätten die alten Bewohner mit so grosser Mühe Hütten auf dem Wasser zu errichten gebraucht, wenn ihnen die Insel selbst genügenden Raum für ihre Wohnungen bot? Nimmt man dagegen an, dass diese Pfahlhütten, ähnlich wie in den Schweizerseen, zum Zweck der Sicherheit auf einer Sandbank, die gegen jeden Ueberfall vom Ufer durch einen dazwischen liegenden Seearm von 20′ Tiefe geschützt war, zuerst erbaut, eine Zeit lang bewohnt und dann nach der Vergrösserung der Insel verlassen wurden, weil es den Bewohnern damit natürlich bequemer ward, ihre Hütten auf der Insel selbst anzulegen, so ist damit sowohl die geringe Ausdehnung der Pfahlbauten als das Fehlen von Holzkohlen und die Armuth an Artefakten hinreichend erklärt. Dass die alten Pfahlhütten wirklich einmal bewohnt waren, dafür giebt die Existenz der hinterlassenen Kulturschicht, die bedeutende Menge der darin enthaltenen zerspaltenen Thierknochen und zerbrochenen ungebrannten Thongefässe, dann der freilich nicht zahlreiche, aber doch bezeichnende Fund von Schmuckgegenständen der keltischen Bronzeperiode unumstössliche Beweise.

Die Existenz wirklicher Pfahlbauten im Starnbergersee ist durch die gewonnenen Thatsachen

gegen jede begründete Einrede sicher gestellt. Leichtfertige Zweifel der Unkenntniss oder Böswilligkeit, die hier, wie früher in der Schweiz gegen die Entdeckung Ferdinand Keller's, auftauchten, sind keiner Berücksichtigung werth.

Wenn die Gründer und Bewohner von Pfahlbauten vor allem nur den Zweck der Sicherheit, wie man annimmt, im Auge hatten, so war die Untiefe bei der Wörthinsel dazu ganz passend gewählt. Dieselbe ist vom festen Land, dem gegenüber liegenden s. g. Aussenwörth, durch einen Seearm von genügender Breite und Tiefe getrennt. Sie konnte nur durch Kähne angegriffen werden, deren die Seebewohner wohl mehr haben mussten, als ihre von der Landseite drohenden Feinde. Die Geröllbank, mit einem Untergrund von Thonmergel, auf der sie ihre Pfähle einrammten, war seicht und ausgedehnt genug zum Wohnsitz von einigen hundert Menschen. Der geringe Wellenschlag am westlichen Ufer schützte ihre Pfahlbauten gegen die Wirkung der Stürme. Die Umgebung ist die fischreichste im ganzen See. An keiner andern Stelle des Würmsees waren zu einer derartigen Wasserniederlassung gleich günstige Bedingungen vorhanden. Wenn an andern Punkten dieser Gegend weitere sichere Spuren gefunden werden sollten, so dürfte diess wohl bei den kleinern Seen und Torfmooren zu erwarten sein, welche südlich von Seeshaupt gegen den Ostersee und bei Iffeldorf folgen und deren topographische Verhältnisse manche Aehnlichkeit mit den an Pfahlbaualterthümern so reichen Torfmooren am Pfäffikonsee und bei Wauwyl haben.

Im Interesse dieser ethnologischen Studien der vorhistorischen Zeit auf bayerischem Boden wäre es auch wünschenswerth, die in einiger Entfernung vom Würmsee vorkommenden alten Hügelgräber, namentlich die an der Ostseite bei Weipertshausen einer gründlichern Untersuchung zu unterwerfen, als bisher geschehen. Obwohl das Vor-

kommen von eisernen Werkzeugen neben Bronzeartefakten in einigen der schon früher aufgebrochenen Grabhügel, welche theils im Walde, theils auf einer sumpfigen Wiese zerstreut stehen, gegen die Wahrscheinlichkeit spricht, dass sie bis in die Zeiten der Pfahlbauten zurückreichen, so bedürfte doch die sichere Lösung dieser Frage noch einer genauern Prüfung. Die Alterthumsforscher, welche in diesen und anderen ähnlichen alten Hügelgräbern wühlten, haben die Frage: aus welchen Metallen die verschiedenen Kunstprodukte bestanden und welchen Gesteinarten die steinernen Gegenstände angehörten, früher viel zu wenig beachtet und geben uns über diesen für die Bestimmung des relativen Alters so wichtigen Punkt selten genügende Aufschlüsse.

Während des trocknen Herbstes 1865 wurde auch der Walchen- und Kochelsee, und im Monat August der Alpsee bei Immenstadt zu demselben Zweck von mir besucht. Dass der erstgenannte Gebirgssee solche alte Wasserniederlassungen wohl nie gehabt hat, war schon durch die Configuration der Ufer, die Tiefe des Sees und die Beschaffenheit seines Bodens, der sich nicht für das Einschlagen der Pfähle eignete, zu vermuthen. Auch wurde in der That nicht die geringste Spur von alten Pfählen wahrgenommen, die bei der Durchsichtigkeit des Wassers dort so leicht zu erkennen sein würden. Eher liess die Uferbeschaffenheit des Kochelsees deren erwarten. Doch sind dessen seichtere Stellen meist so mit Sumpfpflanzen überwuchert, dass sie die Nachsuchungen ungemein erschweren. Es stehen im dortigen s. g. Moorsee einige den Fischern wohlbekannte kleinere Gruppen von alten Pfählen aus unbekannter Zeit, deren Umgebungen zu Baggerversuchen zu empfehlen sind.

Viel bestimmtere Spuren zeigt der Alpsee bei Immenstadt an der kleinen gegen Süden gelegenen Bucht. Dort stehen in Entfernungen von 80—120′ vom Ufer mehrere Gruppen runder Pfähle von einigen Zollen Durchmesser in

verschiedener Zahl, leider aber in Tiefen von 7—8′, wodurch die Baggerversuche erschwert werden und der geschickten Hand eines kundigen Mannes bedürften, wie solche z. B. Oberst Schwab an den Seen der Westschweiz zur Verfügung hat.

Die geographische Lage des Alpsees, als des nächsten Sees, welcher in Südbayern dem Bodensee östlich folgt, macht das dortige Vorkommen alter Pfahlgruppen, welche denen der Bronzeperiode im Neuenburger- und Genfer-See sehr ähnlich sind, besonders bedeutsam und es wäre im Interesse dieser Forschungen höchst wünschenswerth, wenn die erwähnte Stelle bei dem niedersten Wasserstand in den Wintermonaten mit der Baggerschaufel näher untersucht würde.

Ein wiederholter längerer Besuch bei den meisten Pfahlbauten der Ost- und Westschweiz, am Bodensee u. s. w. und ein genaues Studium der dortigen topographischen Verhältnisse veranlasst mich hier noch zu einigen Bemerkungen über die bereits vielfach verhandelten Frage des Zweckes dieser Seeansiedlungen und über die dabei aufgestellten, sehr verschiedenartigen Hypothesen.

Die neuesten Hypothesen, die in den Pfahlbauten entweder Handelsstationen der Phönicier oder irgend einem heidnischen Kultus geweihte Orte erkennen wollen, erwähne ich nur kurz, denn solche bodenlose Hypothesen sind eigentlich keiner ernsten Widerlegung werth. Dieselben beweisen nur, dass ihre Urheber in ihrer Stube dem Spiel der Phantasie sich überlassend die Mühe und Reisekosten sparten, Pfahlbauten an Ort und Stelle zu betrachten, ja dass sie nicht einmal die Beschreibungen nüchterner Beobachter aufmerksam gelesen haben können.

Wozu Handelsstationen von fern wohnenden Seefahrern auf Pfahlhütten in den kleinen oft ganz abgelegenen Sumpfseen eines armen Binnenlandes, das als Tauschmittel nichts

als rohe Steinwerkzeuge und grobe Flachsgewebe besass, dienen sollten, dafür ist wirklich nicht ein vernünftiger Grund anzuführen. Schon die grosse Zahl der damals existirenden Seedörfer ist ein schlagender Gegenbeweis. Oder könnte die Phantasie eines Alterthumsforschers wirklich so weit gehen, um auf dem Neuenburgersee allein 40 Handelsstationen phönicischer Kaufleute anzunehmen? Welche Schätze konnten sie dorthin locken und wo sind die Erzeugnisse fremder Welttheile, die sie zurückliessen? Selbst der s. g. Nephrit der Steinzeit, der wahrscheinlich nur eine härtere Varietät des Serpentins, jedenfalls ein ihm nah verwandtes Gesteine ist, kann mit dem echten Nephrit Centralasiens, von dem uns die Gebrüder v. Schlagintweit schöne Proben von den Steinbrüchen im Himalaya mitgebracht haben, nicht als identisch gelten. Bei geringerer Härte als der Feuerstein konnte er selbst für diesen nicht einmal Ersatz bieten.

Noch bodenloser ist die Annahme, dass diese zahlreichen Wasserdörfer nur zu Kultuszwecken errichtet worden seien. Der Fund einiger halbmondförmiger Artefakte von Thon und Stein, die möglicherweise zu einem Hauskultus dienen konnten, ist aber nur auf zwei oder drei Lokalitäten in der Schweiz beschränkt. In allen übrigen Pfahlbauten, die doch zu Hunderten zählen, ist unter den Tausenden von Artefakten nicht die geringste Spur eines Gegenstandes entdeckt worden, der auch nur entfernt die Deutung zuliesse, als habe er zu einem religiösen Gebrauch gedient. Die zahllosen Küchenabfälle in der Kulturschicht sind allein schon ein unwiderleglicher Beweis, dass die Pfahlbauten von Menschen wirklich lange Zeit bewohnt waren. Das Studium einer einzigen genau untersuchten Pfahlbauniederlassung, wie die von Robenhausen und ihrer Fundstücke müsste sicher die Urheber solcher unbegründeter Hypothesen von deren Unhaltbarkeit überzeugt haben.

Als noch jetzt vorherrschende Ansicht der meisten Forscher gilt: dass diese Wasseransiedlungen durch den Wunsch der Bewohner, sich gegen Ueberfälle von Raubthieren und gegen Angriffe von Menschen sicher zu stellen, entstanden seien. Erstgenannter Grund sollte aber ganz gestrichen werden, denn er ist in zu grellem Widerspruch mit dem Charakter der damaligen Thierwelt. Welche Raubthiere konnten der damaligen Bevölkerung so furchtbar sein, um sie zur Gründung eines ebenso mühsam anzulegenden, als unbequem zu bewohnenden Pfahlbaudorfes zu vermögen? Die Pfahlbaufauna weist keine anderen Raubthierarten nach, als die, welche noch heute einzeln in den Wäldern unserer Hochgebirge hausen, und noch sehr häufig in den Steppen Südrusslands, im Kaukasus, Ural und Altai vorkommen, nemlich Füchse, Wölfe und braune Bären. Jene starken Raubthiere der Diluvialzeit, wie der Höhlenlöwe und der Höhlenbär, welche mit dem Mammuth und dem Rhinoceros zusammenlebten — sie waren längst verschwunden, als der Mensch am Pfäffikonsee mit seinem Steinbeil mühsam tausende von Bäumen fällte und sie mit keulenförmigen Schlägeln in den Boden des Sumpfsees schlug, der jetzt trocken liegt und von einer 10′ hohen Torfschicht bedeckt ist.

Wölfe und braune Bären sind aber für jeden, der ihre Lebensweise in Ländern beobachtet, wo sie noch zu Hunderten vorkommen, äusserst menschenscheue, feige Thiere, denen es nie einfällt, auch nur das isolirte Filzzelt eines Kalmücken oder Kirgisen anzugreifen, selbst nicht in Gegenden, wo auch jetzt nur Speer, Bogen und Pfeile die Waffen ihrer Bewohner sind, wie bei uns zur Zeit der Pfahlbaubevölkerung. Der braune Bär ist ein mürrischer, brummiger Einsiedler, der, da er mehr vegetabilische, als animalische Nahrung geniesst, um so weniger Lust verspürt, den zweibeinigen Beherrscher der Erde in seinen Wohn-

sitzen zu belästigen. In Grusien, wo es heute noch sehr viele Bären giebt, kommt es mitunter wohl vor, dass diese Raubthiere einzeln in nächtlicher Stunde den dortigen deutschen Colonistendörfern sich so weit nähern, um in einem Weinberg Trauben zu naschen oder ein Schaf zu stehlen. Dass der Bär aber jemals ungereizt einen Angriff gegen Menschen, am allerwenigsten hinter der schützenden Wand ihrer Hütten versucht haben soll, ist dort nicht einmal als Sage bekannt.

Als noch feiger und menschenscheuer gilt aber der Wolf, der noch gegenwärtig das gemeinste Raubthier vom schwarzen Meer bis zum Aralsee ist. Ob die Sagen von Ueberfällen Reisender im Schlitten oder auf Pferden in strengen Wintern durch ein Rudel Wölfe auf Dichtung oder Wahrheit beruhen, will ich nicht untersuchen. Jedenfalls ereigneten sich solche Vorfälle höchst selten und nur in Gegenden, wo es an Wild und Heerdenthieren fehlte. Dass aber Wölfe in Gesellschaft jemals ein ganzes Dorf überfallen oder einen Angriff gegen Menschen in deren Wohnhütten gemacht, ist mit dem Charakter und der Lebensweise dieser Thiere im stärksten Widerspruch. Solche Märchen mögen noch in Raffs's Naturgeschichte vorkommen, erregen aber in Ländern, wo diese Raubthiere noch jetzt zahlreich hausen, bei nüchternen Beobachtern nur ungläubiges Lächeln.

Selbst aus Ländern, wo weit stärkere und gefährlichere Raubthiere vorkommen, wie der Löwe, Panther und Leopard in Nord-Afrika, ist mir kein einziger Fall bekannt, dass diese grimmigen Katzen jemals einen Angriff gegen das Zelt eines Beduinen oder die Hütte eines Kabylen versucht hätten. Das Beisammenleben einer Familie, der Schutz einer Hüttenwand, ja selbst ein angezündetes Feuer genügt dort, selbst diese starken blutgierigen Raubthiere von menschlichen Wohnungen entfernt zu halten. Nur Heerden-

thiere werden von ihnen nicht selten geraubt. In den Wildnissen Nordafrikas giebt es daher viele kleine vereinzelte arabische Duars und selbst ganz einsam stehende Hütten, weil deren Bewohner recht wohl wissen, dass selbst der Löwe den Menschen nicht hinter seinen Wänden überfällt. Es war keineswegs erst die Einführung des Feuergewehrs, welches den Menschen dort Sicherheit gegen diese starken Raubthiere gewährte. Die Jägervölker Nordamerikas, wie die Ackerbauvölker Centralamerikas kannten zur Zeit der Entdeckung durch die Europäer weder Pulver noch Eisen. Nur Waffen von Stein besassen sie, um den Jaguar und den grossen grauen Bären zu bekämpfen. Und doch fanden Spanier und Engländer bei den Indianern an den grossen Seen keine Spur von ähnlichen menschlichen Seeniederlassungen, um sich gegen diese gefährlichen Raubthiere zu schützen!

Von der Zeit an, wo im Menschen jener höhere Funke der Intelligenz erwachte, der ihn, das von Natur schutzloseste Geschöpf, befähigte, künstliche Waffen sich zu bereiten, was kein Thier vermag und wo der Besitz einer Sprache ihm gestattete, mit seines Gleichen sich zu Schutz und Trutz zu verständigen, wo also die erste Association denkender Wesen entstand — von jener Zeit an war dem Menschen im „Kampfe um das Dasein“ gegen seine Mitgeschöpfe eine unermessliche Ueberlegenheit gesichert. Wie liesse sich nun annehmen, dass der Mensch der Steinzeit, welcher durch seine künstlichen Waffen bereits so überlegene Mittel der Vertheidigung gegen alle Thiere besass, der damals schon feste Holzhütten zu bauen verstand und in grösseren Gemeinden beisammen lebte, sich zu Hunderten auf diese unbequemen Wasserdörfer zurückziehen mochte, um gegen Wölfe und Bären sich zu schützen, dieselben feigen Raubthiere, die in den Steppen der Nogaier heute

kein Hirtenknabe fürchtet, wenn er nur Knüttel und Schleuder führt?

Schutz gegen wilde Thiere gehörte also sicher **nicht** zu den Beweggründen, welche jene Bevölkerung Mitteleuropas zu dem schwierigen Bau von hölzernen Seedörfern bewegen konnte. Die wirklich gefährlichen Geschöpfe waren schon damals nur die Menschen selber. Mit der Zunahme ihrer Intelligenz bei fortwährender Uebung des Denkorgans, mit der Gabe des Vermächtnisses der Entdeckungen des Geistes auf die Nachkommen durch die Gabe der Sprache steigerten sich sicher auch ihre Mittel der Vernichtung gegen ihre nächsten Mitbewohner und diese Vernichtungsmittel mussten nothwendig neue Erfindungen von Gegenmitteln der Abwehr und Vertheidigung bei den Bedrängten hervorrufen, wenn sie nicht im Kampfe um die Existenz zu Grunde gehen wollten.

Schutz gegen seines Gleichen allein, Schutz des kleineren Stammes und der schwächeren Gemeinde gegen den stärkern Nachbarn, gegen zahlreichere und mächtigere Horden sind daher wohl in den meisten Fällen massgebend gewesen, wenn der Mensch mit staunenswürdigem Aufwand von Mühe solche Seedörfer erbaute, um darin den besten Theil seiner Habe, vor allem seine Waffen, seine Werkzeuge und Geräthschaften zu bergen und mit Sicherheit gegen nächtliche Ueberfälle auch daselbst zu wohnen, obwohl die Felder am Lande dem Raube und der Verheerung dadurch noch mehr ausgesetzt blieben.

Einige dieser Pfahlhütten mögen wirklich nur als Vorrathskammern oder Zeughäuser gedient haben, was natürlicher anzunehmen wäre, als dass sie Waarenmagazine für den Verkauf gewesen. Man barg in den gesichertsten Hütten die vorräthigen Werkzeuge, die besten Waffen der ganzen Gemeinde, um sie nicht bei plötzlichen Ueberfällen am Land der Plünderung auszusetzen. Das Beisammenliegen

von vielen Schwertern, Bronzekelten, und selbst von Steinwaffen wäre damit natürlich erklärt. Das Land war von diesen Seecolonisten wohl gleichzeitig bewohnt, obwohl an den nächsten Uferstellen sichere Beweise dafür noch nicht aufgefunden wurden. Letzteres lässt sich aber dadurch erklären, dass die Landdörfer nicht dicht am Ufer, sondern in einiger Entfernung landeinwärts standen, wo seitdem eine ziemlich dicke Dammerdschicht, langsam vergrössert durch den Staub der Verwitterung, sich darüber absetzte. Die Bodenkultur der späteren Perioden hat zweifelsohne von den Spuren jener Vorzeit auf dem Lande sehr viel vernichtet. Die gespaltenen Thierknochen, die sich bei mangelndem Luftzutritt im Wasser so merkwürdig erhalten, konnten am Lande der Fäulniss und dem Zerfall nicht widerstehen. Die Bruchstücke von Steinwerkzeugen, Thongeschirren u s. w. wurden durch Hacke und Pflug zertrümmert. Gleichwohl sind vielleicht an so manchen Stellen in grösseren Tiefen unter der Dammerde zerstreute Reste von den Spuren jener Urbevölkerung aufbewahrt und würden leicht gefunden werden, wenn man die Stellen, wo früher solche Landansiedlungen gestanden, ganz genau wüsste oder Ausgrabungen in umfassender Weise vornehmen würde.

Dr. Ferdinand Keller, der geistvolle Alterthumsforscher und eigentliche Entdecker der Pfahlbauten, die er zuerst richtig zu deuten verstand, spricht sich allerdings in dem Vorwort seines sechsten Berichts[3]) mit auffallender Bestimmtheit gegen die von Professor Desor in seiner neuesten vortrefflichen Schrift[4]) entwickelten Ansichten aus: dass die

---

3) Pfahlbauten. Sechster Bericht von Dr. Ferdinand Keller. Zürich 1866.

4) Les Palafittes ou constructions lacustres du Lac de Neuchatel, ornées de 95 gravures sur bois. Paris 1865.

den Wasserdörfern gegenüberliegenden Uferlandschaften zu gleicher Zeit bewohnt waren. Er sagt: „trotz aller Mühe, die ich mir gegeben habe, zu vernehmen, ob an den den ausgedehntesten und am dichtesten besetzten Steinzeitstationen gegenüberliegenden Uferstellen beim Anbau des Landes, beim Ziehen von Gräben oder Fundamentieren von Häusern etc. Geräthe zum Vorschein gekommen sei, habe ich nie die Auffindung einer Scherbe, eines Steinbeiles, eines Mahlsteines u. s. w. in Erfahrung bringen können. Kurz, es zeigt sich an diesen Orten keine Spur von Artefakten, keine Kohlenstätten, keine Veränderungen in der Oberfläche des Bodens, nicht die mindeste Andeutung, dass zu irgend einer Zeit Menschen daselbst gewirthschaftet hätten".

Darauf lässt sich aber nicht ohne Grund erwidern, dass umfangreiche Grabarbeiten, wobei der Boden bis zu einer hinreichenden Tiefe entblösst wird, doch verhältnissmässig nicht oft vorkommen und dass ein sehr günstiger Zufall dabei walten müsste, um, wie in neuester Zeit bei der Station Schussenried in Würtemberg gerade auf die unversehrten Reste einer alten Niederlassung zu stossen, welche die Wasserbedeckung gegen den Zutritt der Luft schützte. Auch dann müsste, wie dort, ein denkender Beobachter an Ort und Stelle sein, um aus Fundstücken, die dem gewöhnlichen Arbeiter als ganz unbedeutend und werthlos erscheinen, den richtigen Schluss zu ziehen. Noch sind es überhaupt nur wenige Jahre her, dass man in diesen Gegenden auf solche Dinge einige Aufmerksamkeit richtet. Wie vieles mag im Laufe der Zeiten beim Aufgraben des Bodens vernichtet oder unbeachtet bei Seite geworfen worden sein! Wie viele solcher Reste mag noch die Erde an Stellen bergen, wo jetzt Hunderte von schmucken Landhäusern, Gärten, Weinbergen u. s. w. an den Seeufern der

Westschweiz stehen, deren Boden nur selten bis zu einer Tiefe aufgewühlt wird, um ähnliche Spuren der Vorzeit zu Tage zu bringen!

Der Umstand, dass man mit Ausnahme der erwähnten Station Schussenried, wo der scharfsinnige Stuttgarter Geolog Dr. Fraas und der gelehrte Archäolog Hassler kürzlich so höchst interessante Entdeckungen aus einer noch viel ältern Epoche machten, in Süddeutschland, wie in der Schweiz, auch landeinwärts nie den Boden einer Niederlassung aus der Steinzeit, oder selbst der Bronzezeit entdeckte, beweist eben nur, wie schwierig solche Entdeckungen auf einem von der Cultur schon seit Jahrtausenden durchwühlten Boden sind. Nur in See- und Torfmooren, in einigen noch undurchsuchten Höhlen und alten Hügelgräbern blieb der Boden unversehrt. Daher auch dort noch öfters reiche unangetastete Fundstätten entdeckt werden. Dass zur Zeit, wo eine ziemlich zahlreiche Bevölkerung auf diesen Wasserdörfern hauste, das weite Binnenland von Menschen ganz unbewohnt und unbenützt gewesen; wäre eine eben so willkürliche als unnatürliche Annahme. Der Besitz von Heerden und Kornfeldern selbst in der Steinzeit nöthigte diese Seebewohner jedenfalls zu häufigem Aufenthalt am Land, wo sie mit ihren Werkzeugen von Stein auch die Waldbäume für ihre Wohnungen fällten und dabei sicherlich auch manches Werkzeug einbüssten, manchen Topf zerbrachen, der ihnen zum Kochen ihrer Speisen oder zum Trinken diente.

Wenn gleichwohl auch hier von diesen Steinwerkzeugen und Scherben nach Dr. Kellers Versicherung an den Ufern nichts gefunden wird, so ist diess eben ein Beweis mehr dafür, dass solche Reste im Laufe der Zeiten durch Verwitterung und fortwährende Kultur zerstört wurden oder

von Humus und einer jüngeren Kulturschicht überdeckt in der Tiefe verborgen liegen[5]).

Dass zeitweise selbst die Viehheerden in den Pfahlhütten geborgen wurden, beweisen die vielen Excremente, besonders von Schafen, von denen Herr Messikommer in jüngster Zeit ganze Schichten bei den Pfählen unter dem Torfmoor von Robenhausen entdeckte. Doch ist es schon des beschränkten Raumes wegen wahrscheinlich, dass solches von den Bewohnern nur in bedrängten Zeiten geschah. Der Pfahlbau blieb wohl immer die Zufluchtsstätte für die Bevölkerung und ihre Habe bei drohenden Gefahren, die sich damals wohl oft wiederholt haben mögen.

In jenen Zeiten der ersten Anfänge roher Kulturzustände spielte das Recht des Stärkern sicher eine noch ungleich furchtbarere Rolle als heute, wo die vorgeschrittene Gesittung dieses unerbittliche Naturgesetz doch wenigstens in seinen härtesten Consequenzen, in seiner grausamsten Anwendung mildert. Der Mensch jener ältern Vorzeit, dessen Spuren in den Diluvialschichten der Picardie, in den Höhlen Belgiens und des westlichen Frankreichs gefunden wurden und von dem nach allen bisherigen Beobachtungen anzunehmen ist, dass er weder Getreide baute, noch gezähmte Hausthiere besass, theilte wohl das Schicksal Ismaels und seiner wilden Zeitgenossen. „Seine Hand war wider Jeder-

---

5) Bei meinen verschiedenen Besuchen an den Seen der deutschen und der französischen Schweiz 1864 und 1865 wurde mir von glaubwürdigen Bewohnern versichert, dass doch einzelne Bronzebeile (Kelten) und Bronzenadeln, denen der Pfahlbauten ganz ähnlich, bei tieferen Erdarbeiten öfters gefunden worden seien. Selbst in den Umgebungen von Wetzikon und anderen Gegenden der Ostschweiz kommen bei Erdarbeiten mitunter einzelne Bronzegegenstände zum Vorschein, deren Form ebenso bestimmt an dieselbe Zeit erinnert, wie die vielen Fundstücke in alten Gräbern von Franken und Schwaben.

mann und Jedermanns Hand war wider ihn". Es ist das Schicksal aller Wilden. Bei allen Völkern auf der niedersten Stufe der Kultur wird erst durch gesellige Association, durch Bildung von Familien und Gemeinden ein erster Fortschritt gewonnen, bis der Anfang eines religiösen Kultus ihre Gemüthsart noch mehr zähmt, ihre Gewohnheiten weiter mildert. Schon das zahlreiche Beisammenleben in Gemeinden oder Stämmen, wie es bereits in den ältesten Pfahlbauzeiten stattfand, nöthigte das einzelne Individuum zu einem gewissen Grad von Selbstbeherrschung seiner rohen Leidenschaften, denn ohne dieselbe ist die Bildung einer Gemeinde überhaupt nicht denkbar.

Es mag damals in Mitteleuropa wahrscheinlich ganz ähnlich zugegangen sein, wie noch heute unter vielen Indianerstämmen Nord- und Südamerikas am Fusse der Rocky mountains und der östlichen Cordilleras oder wie unter den nomadisirenden freien Beduinen- und Kurdenstämmen im westlichen Asien. Die physische Stärke im Bunde mit der Intelligenz nützte nicht nur dem Individuum, das dadurch im Ansehen stieg und zur Würde eines Häuptlings sich empfahl, sondern entschied wohl auch in zahllosen Fällen das Schicksal der sich bildenden Gemeinden und Stämme, die in dem uralten „Kampfe ums Dasein" sich entweder behaupteten und vergrösserten oder zu Grunde giengen. Zwischen den Nachbarvölkern galt damals wohl kein anderes Recht, als das der überlegenen Gewalt. Noch heute verdrängt in den Steppen am obern Missouri jede stärkere Horde die schwächere aus ihren Jagdgegenden unbekümmert um ein älteres Eigenthumsrecht. Ebenso verjagt in den Gebirgen Kurdistans noch jetzt ein Stamm den andern aus seinen fetteren Weidegründen, plündert seine Dörfer und nimmt seine Felder in Besitz, wenn er die Macht dazu hat.

Bei den damaligen Naturverhältnissen, besonders dem Klima Mitteleuropas, das zu jener Zeit muthmasslich etwas

kälter war, musste das Loos des schwächeren, verdrängten Stammes ein noch viel schrecklicheres sein, als es heute unter den Indianern Amerikas ist, die in den wildreichen Prairien oder in der früchtegesegneten Zone der Tropen doch leichter ihren Lebensunterhalt gewinnen, obwohl am Yellowstone sich öfter der Fall wiederholt, dass ganze Stämme von jenen armen zurückgedrängten Jägervölkern im Winter dem Hunger erliegen.

Härtere Noth und Gefahr steigerten zweifelsohne bei den Bewohnern Mitteleuropas zur Pfahlbauzeit die Intelligenz und Energie und lehrten sie, gesicherte Zufluchtsstätten auf dem Wasser zu bauen. Kein wildes oder halbbarbarisches Volk bequemt sich bekanntlich zu mühsamer Arbeit, so lange es nicht der Sporn der Noth und Gefahr dazu drängt. Dem Wilden erscheint die Arbeit als eine Qual und erst mit der Gewöhnung an dieselbe versöhnt er sich mit ihr. Der Bessere aber lernt sie allmählich lieb gewinnen wegen der Vortheile, die sie ihm gewährt, und besteht dabei die Konkurrenz um das Leben siegreich gegen den trägeren Mitbewohner. So ist wahrscheinlich der erste Anfang der Kulturentwicklung bei allen zu Stämmen und Horden vereinigten Familien gewesen.

In den meisten älteren Pfahlbaudörfern der Stein- und Bronzezeit beweisen die örtlichen Verhältnisse, dass die Bewohner auf ihre Sicherheit bedacht waren. Meist wählten sie Stellen, wo, wie bei der Wörthinsel im Würmsee und bei den s. g. Steinbergen im Bieler- und Neuenburgersee, zwischen dem Land und ihren Hütten eine Tiefe lag, die nach Entfernung der Verbindungsbrücke der Feind nur schwimmend hätte überschreiten können. Hier fand also die schwächere, aber arbeitsamere und intelligentere Gemeinde für Leben und Habe wirklich Schutz gegen rohe und stärkere Stämme. Für jene waren die Pfahlhütten im See Bollwerke, die sie bei der Ueberlegenheit ihrer Fahrzeuge

gegen die feindlichen Horden aus dem Binnenlande leicht im Stande waren, zu vertheidigen. Man konnte die Pfahlbauvölker nicht durch Belagerung bezwingen, sowie auch das persische Heer des ältern Darius gegen die päonischen Pfahlbaubewohner im See Prasias nichts auszurichten vermochte. Der See bot den Bewohnern Wasser und Nahrung dar, denn der Fischfang war damals viel ergiebiger als heute. Die Beschaffenheit der Pfahlbauten selbst aber begünstigte ebenso die Vermehrung der Fische, wie sie den Fang erleichterte.

Letzterer Umstand hilft aber zur Erklärung des Vorkommens von Pfahlbauten auch an Stellen, wo die Naturbeschaffenheit der Seen den Zweck einer Vertheidigung nicht erkennen lässt. Diess gilt von verschiedenen Stationen in der Westschweiz, welche auffallend nahe dem Ufer und durch keine dazwischen liegende erhebliche Wassertiefe geschützt sind. Schon der geistvolle Akademiker von Baer, welcher einige der wichtigsten Fundstellen der Schweiz genau studirte, hat die Ansicht ausgesprochen, dass bei der Bestimmung dieser Seeniederlassungen wahrscheinlich auch der dadurch so leicht und ergiebig gewordene Fischfang eine Hauptrolle gespielt habe.

Es ist ein auffallender Umstand, dass die meisten Stellen, wo man an den Seen der Schweiz, Bayerns etc. Spuren von alten Pfählen findet, noch heute besonders fischreich sind. Damals mochten sie es noch ungleich mehr gewesen sein, nicht nur, weil unsere Seen noch nicht so ausgefischt waren, wie jetzt, sondern auch, weil von den Pfahlhütten viele Reste von organischen Körpern in das Wasser geworfen wurden, welche die Fische herbeilockten und ihnen als Nahrung dienten, demnach zu ihrer Vermehrung beitrugen. Diess kommt überall vor, wo hinreichend viel Wasser vorhanden, dass es nicht ganz stinkend wird, denn alle ins Wasser geworfenen weichen Reste

werden Fischnahrung, entweder unmittelbar, oder nachdem sie sich im Wasser in viele kleine Theile aufgelöst haben. Ein richtiger Instinkt oder Erfahrung leitet daher auch den Indianer an den Flüssen Dariens und Veraguas, wie am Rio Napo und Pastassa in Südamerika, den Rest der Mahlzeiten, welche die Hunde nicht verzehren, in die Flüsse zu werfen, wo sich die zahlreichen Characinen und andere Raubfische einfinden, die dann von den Eingebornen sehr geschickt mit Speeren gestochen werden.

Baer führt von den grossen Fischereien am caspischen Meere den bezeichnenden Umstand an, dass die Diele oder Plattform, auf welcher die Zubereitung der Fische vorgenommen wird, über dem Wasser steht, um alle Abfälle durch eine Lucke, die man öffnet, ins Wasser zu spülen. Wenn in Boshii Promyssl, der grössten Fischerei am Kur, und sicher einer der grössten in der Welt, die Lucke geöffnet wird, um alle Abfälle von den für das Einsalzen vorbereiteten Rothfischen hinabzuwerfen, so versammeln sich sogleich die Welse in dichten Haufen, und es ist ein fürchterlich schönes Schauspiel, zu sehen, wie diese grossen Fische ununterbrochen übereinander wegschiessen, um jedes Stück, sowie es das Wasser erreicht, zu verschlingen. Zwischen die breitmäuligen Welse wagt sich kein anderer Fisch. Wo aber dort vorzüglich kleinere Fische gereinigt werden, und beim Reinigen der Plattform nur Blut, Schleim und ganz kleine Stückchen von den aufgeschnittenen Fischen ins Wasser gespült werden, da halten sich kleine Fische vom Karpfengeschlecht, die von solcher vertheilter Speise sich nähren, in fast unglaublicher Menge unausgesetzt unter der Plattform. Man hat in den Fischereien an der Wolga ein eigenes sackförmiges Netz, das an einem eisernen Ring befestigt ist. Wenn man dieses Netz durch die Lucke hinablässt, so füllt es sich in wenigen Minuten mit einer grossen Menge von Fischen mittlerer Grösse.

Die Pfahlbauten lassen sich daher auch sehr einfach als grosse Zuchtanstalten für die Fischerei betrachten, durch welche den Bewohnern eines der wichtigsten Nahrungsmittel vermehrt und gesichert wurde. Die Jagd war damals, besonders in der Steinzeit, gewiss sehr schwierig und von unsicherem Ertrag. Man begreift überhaupt kaum, wie die damaligen Menschen es gemacht haben, um ein grosses, starkes Wild, wie den Wisent oder den Edelhirschen zu erlegen, da sie als Geschosse nur Schleuder, Bogen und Pfeile mit Steinspitzen besassen, mit denen eine tödtliche Verwundung des Edelhirschen kaum möglich scheint. Ein Ueberfluss an gezähmten Hausthieren, Viehheerden etc. ist für die damalige Zeit wohl auch nicht anzunehmen, da es dem Menschen mit seinen Steinwerkzeugen unendlich viel Mühe kosten musste, Ställe für den Winter zu bauen, den alles überwuchernden Wald zu roden und in Wiesen umzuwandeln. Das Entlaufen der gezähmten Thiere in die ihn umgebende Wildniss zu hindern, muss den damaligen Bewohnern gleichfalls überaus schwer gewesen sein und die Unsicherheit setzte sie fortwährend dem Verluste ihrer Viehheerden aus. Der Zustand der Knochen beweist auch mit Sicherheit, dass die Bewohner keinen Ueberfluss an Fleischnahrung hatten, dass sie von Jagd- und Heerdenthieren alles Geniessbare gierig verschlangen. Die Röhrenknochen der grösseren Säugethiere sind gewöhnlich aufgespalten um zum Mark zu gelangen. Die Enden dieser Knochen wurden abgeschlagen. An den Schädeltrümmern erkennt man noch deutlicher, dass die damaligen Menschen einen besonderen Fleischhunger gehabt haben müssen und jeden geniessbaren Bissen verfolgten. Nicht nur ist die Schädelhöhle geöffnet, um das Hirn zu verzehren, sondern auch die Unterkiefer sind oft aufgeschlagen, um zu der weichen Substanz zu gelangen, welche den Zahnkanal hier ausfüllt. Ja selbst die Zahnhöhlen für die grösseren Zähne sind entweder einzeln geöffnet oder so, dass

man den ganzen vorspringenden Rand abschlug, wahrscheinlich um zu den weichen Zahnkeimen und ihrer Basis zu gelangen, die bei nicht völlig ausgewachsenen Backenzähnen von Pflanzenfressern nicht ganz klein sind.

Da auch der Feldbau schon wegen der Schwierigkeit, den Wald durch Steinwerkzeuge zu klären, für die damaligen Bewohner sehr mühsam und wenig einträglich gewesen sein muss, so war der Fischfang für sie die leichteste und wohl auch die wesentlichste Nahrungsquelle. Dafür spricht auch das häufige Vorkommen von Fischnetzen unter den halbverkohlten Gegenständen im grossen Pfahlbau bei Robenhausen, der ganz der Steinzeit angehört. Herr Ullersberger, ein verdienstvoller Beobachter und Sammler in Ueberlingen, hat in einem der dortigen Pfahlbauten sogar eine sehr hübsch gearbeitete Fischangel von Feuerstein gefunden und in den Stationen der Bronzezeit im Bieler- und Neuenburger See gehören Fischangeln zu den häufigen Fundstücken.

Mit dieser Annahme stimmt die bereits vielfach citirte Stelle im Herodot (V. c. 16) über die Pfahlhüttenbewohner im päonischen See Prasias, welche sich gegen den Angriff der Perser mit Erfolg vertheidigten, merkwürdig gut zusammen. Er sagt: die dortige Bevölkerung habe einen solchen Ueberfluss an Fischen, dass, wenn man durch eine Lucke einen kleinen Korb hinablässt, man denselben bald angefüllt mit zweierlei Fischen hinaufzieht. Das ist also ganz ähnlich, wie noch heute bei den Fischereien an der Wolga und am Kur! Die Pfahlbaubewohner hatten zwar bereits Zugnetze für grössere Fische, wie die Fundstücke bei Robenhausen beweisen; doch war der Fang der kleineren Fische mit engeren Sacknetzen unter dem Boden der Pfahlhütten für sie viel leichter und ergiebiger.

Dieser Vortheil: mit einem geschützten Wohnsitz einen für den damaligen Zustand des Menschen so wichtigen Nahrungszweig wie den Fischfang zu sichern, mag auch die

auffallend grosse Zahl dieser Seeansiedlungen und ihre lange Beibehaltung selbst in den Zeiten erklären, wo der Besitz metallener Werkzeuge und Waffen ihnen mit dem Bau befestigter Wohnungen am Lande grössern Ertrag der Jagd, die Sicherung und Vermehrung des Viehstandes und durch verbesserte Kultur des Bodens auch bessere Getreideernten gewährte.

Ueber die bereits viel verhandelte und noch keineswegs gelöste Streitfrage des Alters der Pfahlbauten und der Dauer jener zwei verschiedenen Perioden, welche der Stoff der in ihnen aufbewahrten Kunstprodukte deutlich kennzeichnet, mögen mir noch einige Bemerkungen gestattet sein.

Eine chronologische Berechnung der wahrscheinlichen Dauer der Stein- und Bronzezeit wurde von drei Pfahlbauforschern der Schweiz, den Herren Troyon, Gilleron und Morlot, versucht. Die Hypothesen der beiden erstgenannten Herren haben gleich von Anfang an wenig Anklang gefunden und sind, einer wissenschaftlichen Genauigkeit entbehrend, auch bereits als ganz beseitigt zu betrachten. Dagegen hat der Versuch des Hrn. Morlot aus dem Alluvium des Baches la Tinière bei Villeneuve am Genfersee, wo er drei deutliche Kulturschichten über einander beobachtet haben wollte, die Dauer der Pfahlbauten zu berechnen, grösseres Vertrauen erweckt und mehr Anklang gefunden, da er auf geologischem Verfahren beruhend jedenfalls eine eingehende Prüfung verdiente. Zu diesem Zweck habe ich die durch die Morlot'sche Hypothese so bekannt gewordene Stelle am Genfersee in den Jahren 1864 und 1865 wiederholt besucht, um die topographischen Verhältnisse der dortigen Gegend genau zu studiren.

Der Gebirgsbach la Tinière, der bei Villeneuve aus einem engen, tief eingefurchten Querthal der Alpen von Ost nach West herabströmend in den Genfersee fällt, und im Monat August, wo ich ihn besuchte, nur eine geringe

Wasserhöhe von wenigen Zollen zeigt, hat durch seine Alluvionen ein geneigtes Delta gebildet, dessen breite Seite gegen das Seeufer gekehrt ist. Schutthügel, wie man dieses Alluvialgebilde genannt hat, ist keine ganz richtige Bezeichnung. Es ist vielmehr eine Schutthalde, die auf einem Bergabhang sich niedergeschlagen hat, und aus dem Absatz eines Gebirgsbaches besteht, der, obwohl nie ganz verschwindend, doch vorzugsweise den Charakter eines Wildbaches zeigt. In der lockern Grundmasse seines Absatzes von Sand und Kies liegen Rollsteine aller Form und Grösse regellos durcheinander. Die Mächtigkeit der Anschwemmung selbst ist an den verschiedenen Stellen des genannten Dreiecks äusserst ungleich. Offenbar hat der Tinière-Bach im Laufe der Jahrhunderte sein Bett und die Stellen seiner Ueberfluthungen öfters gewechselt und dadurch diese Ungleichheit der Anhäufungen von Kies und grössern Kalkgeschieben, welche theilweise wieder weggeschwemmt wurden, hervorgebracht. Die vertikale Ausdehnung des angeschwemmten Schuttmaterials ist eben so ungleich, wie seine Mächtigkeit. Viele Rollsteine haben ein Gewicht von mehreren Centnern und zeugen, wie bei den meisten Wildbächen, von der Stärke der schiebenden Gewalt, welche der Bach bei starken Anschwellungen zuweilen erreicht, während Erde, Sand und kleine Rollsteine bei mässigen Ueberfluthungen abgelagert wurden. Die gegen Ueberfluthungen gesicherten höheren Stellen sind gegenwärtig theilweise mit Rebenpflanzungen bedeckt.

Am untern Ende dieser Schutthalde hat der Eisenbahnbau zwischen Villeneuve und Montereux in meridionaler Richtung einen Querdurchschnitt von etwa 400′ Länge blossgelegt. Das Profil ist zu beiden Seiten gut zu übersehen. Von einer eigentlichen Schichtenabsonderung ist aber in diesem Schwemmgebilde nichts wahrzunehmen. Auch die

Neigung dieses Schuttabhangs ist thalabwärts eben so ungleich, wie seine Dicke.

Herr Morlot sagt, dass man beim Durchschneiden desselben ungefähr 4′ unter der jetzigen Oberfläche des Abhanges und parallel mit ihr eine dunkle Schicht Dammerde (terre vegetale) von einigen Zollen Dicke gefunden, die in einer Ausdehnung von 15000□′ verfolgt werden konnte. In dieser Schicht fand man Bruchstücke von Ziegeln und eine Münze, welche beide für römisch erklärt wurden, obgleich die Münze nicht mehr kenntlich war. Ungefähr 10′ unter der Oberfläche wurde nach Hrn. Morlot's Angabe eine andere Kulturschicht gefunden, welche in noch grösserer Ausdehnung verfolgt werden konnte und ausser nicht glasirten Topfscherben eine Schmucknadel aus Bronze enthielt, die nach der Versicherung desselben Beobachters ganz im Style des Bronzealters gewesen sein soll. In derselben Tiefe, ohne deutliche Spur von Dammerde, wurde ferner noch ein Beil und ein Messer aus Bronze entdeckt. Noch tiefer, 19′ unter der Oberfläche will Hr. Morlot noch eine dritte Kulturschicht von 6—7″ Dicke beobachtet haben, welche einige Topfscherben von sehr grober Arbeit, Kohlen, zerschlagene Thierknochen und das Skelett eines Menschen enthielt, dessen Schädel klein, sehr rund und auffallend dick war. Obgleich kein eigentliches Steinwerkzeug gefunden wurde, so glaubte doch Hr. Morlot mit Zuversicht annehmen zu können, dass die gefundene Kulturschicht und die Gegenstände in ihr aus der Steinperiode stammen.

Mit diesen Angaben sprach Morlot zugleich die Meinung aus, dass die Schutthalde des Tinièrebaches sehr gleichmässig in ihrer Vergrösserung fortgeschritten sei und dass die Gestalt desselben sich wenig geändert habe, während die alljährliche Ueberschwemmung die Ablagerung vergrösserte. Wäre diese Meinung richtig, liesse sich mit gutem Grund annehmen, dass nicht nur die Masse der vom

Gebirge herabgeführten Geschiebe, sondern auch deren lokale Anhäufung sich durch alle Jahrhunderte ziemlich gleich geblieben, so könnte man aus dem Abstand der von Hrn. Morlot bezeichneten Kulturschichten allerdings ihr relatives Alter bestimmen. Die erste Invasion römischer Heere in die östliche Schweiz wurde i. J. 15 v. Chr. unternommen und bald darauf wurde Rhätien zu einer Provinz des römischen Reiches erklärt, auch allmählich mit Kolonien besetzt. Darauf gründet nun Hr. Morlot seine Berechnung. Da die Kulturschicht aus der römischen Zeit wenigstens 13 und höchstens 18 Jahrhunderte alt ist, so hat, nach den verschiedenen Tiefen berechnet, die aus der Bronzezeit ein Alter von wenigstens 29 und höchstens 42 Jahrhunderten, die für die Steinzeit wenigstens ein Alter von 47 und höchstens von 70 Jahrhunderten vor dem Jahre 1860 n. Chr.

Gegen den geologischen Theil der Morlot'schen Hypothese hat bereits Baer, obwohl er das Alluvialgebilde bei Villeneuve nicht aus eigener Anschauung zu kennen scheint, mit Recht eingewendet, dass es doch sehr zweifelhaft sei, ob der Absatz des Flüsschens zu allen Zeiten ein gleicher war. Viel wahrscheinlicher sei doch anzunehmen, dass der Bach früher mehr Steintrümmer und Erdreich mit sich fortgerissen, wodurch auch die Maasse für die früheren Zeiten kürzer würden. Ein einziger Wolkenbruch kann in der That die Berechnung der Jahrhunderte stören. Jedenfalls aber würden, meint Baer, die von Morlot in jenem Alluvium beobachteten Kulturschichten nur einzelne Momente der verschiedenen Zeitalter, keineswegs ihren Anfang und ihre Dauer nachweisen.

Diesen wohlbegründeten Einwürfen möchte ich noch die Zweifel hinzufügen, die sich dort bei dem Studium des durch den Bahnbau bloss gelegten Profils hinsichtlich der wirklichen Existenz von angeblich ausgedehnteren älteren

Kulturschichten überhaupt aufdrängen. Ich konnte bei genauen Nachforschungen nichts finden, was dem bekannten Material und der Beschaffenheit einer wirklichen Kulturschicht entspricht. Die ganze Masse erschien mir angeschwemmt. Es wäre in der That auch schwer zu begreifen, dass in jenen vorhistorischen Perioden, wo der Tinièrebach das Rinnsal seines jetzigen Bettes noch nicht gegraben und wohl viel häufiger das ganze Gehänge bei starken Gewittern überfluthete, eine Bevölkerung Lust gehabt haben soll, auf einer so gefährdeten Grundlage ihre Hütten zu bauen. Musste sie nicht zu einer Zeit, wo dieser aufgeschwemmte Abhang noch in seiner Bildung begriffen war, ernstlich fürchten, ihre Hütten zerstört und ihr Eigenthum vernichtet zu sehen? Wozu die Nothwendigkeit der Ansiedlung auf einer so trügerischen Basis, die den Bewohnern keinerlei Vortheil gewährte, in einer Zeit, wo die Bevölkerung gewiss sehr dünn war und auf geschützten Berghalden in nächster Nähe sich doch viel günstigere Stellen für ihre Wohnsitze darboten?

Wenn schon der geologische Theil der Hypothese, auf welche Hr. Morlot seine Berechnung gründen will, sehr unzuverlässig ist, so sieht es mit dem archäologischen Beweis fast noch schlimmer aus. Morlot behauptet selbst nicht, dass er in der tiefsten Kulturschicht, die er der Steinzeit zuschreibt, Steinbeile oder andere Werkzeuge und Splitter von Feuerstein, welche in den Kulturschichten der ältesten Pfahlbauten so zahlreich liegen, gefunden habe, sondern nur einige „Topfscherben von sehr grober Arbeit und zerschlagene Thierknochen“. Solche roh gearbeitete ungebrannte Geschirrtrümmer kommen aber in sehr verschiedenen Perioden vor, ja sie werden selbst noch in manchen mittelalterlichen Gräbern Deutschlands gefunden, sind also selbst für die Bestimmung des relativen Alters einer Kulturschicht ohne Begleitung von anderen Werk-

zeugen nicht genügend. Fast ebenso dürftig und ungenügend ist der Beweis, der aus den wenigen Bronzegegenständen in der angeblichen mittlern Kulturschicht von Morlot angeführt wird.

Schon die grosse Seltenheit der Fundstücke hätte bei dem genannten Beobachter einige gerechte Zweifel gegen seine Hypothese erwecken müssen. Bei möglichst genauer Untersuchung der Gehänge des von der Eisenbahn aufgedeckten Durchschnittes und bei wiederholten Versuchen mit zwei Arbeitern einige Stellen dieses Gehänges tiefer anzugraben, konnte ich doch keine Spur von Artefakten, keinen den Küchenabfällen der Pfahlbauten ähnlichen Gegenstand finden. Selbst nicht das geringste Stückchen von alten Thonscherben konnte wahrgenommen werden. Da ich von solchen Scherben aus den Pfahlbauten von Wauwyl einige Stücke zufällig bei mir hatte, so zeigte ich solche sämmtlichen bei dem Bahnbau beschäftigten Arbeitern, wie auch den Angestellten der Eisenbahn, welche dort schon seit dem Beginne der Arbeiten ihren Wohnsitz haben. Keiner derselben konnte sich erinnern, von solchen Geschirrtrümmern, von Anhäufungen gespaltener Thierknochen oder von Bronzestücken bei dem Durchgraben der Schutthalde etwas bemerkt zu haben. Nur einige eiserne Werkzeuge und Münzen, versicherte man, seien dort gefunden worden.

Hätten wirklich Völker der Steinzeit oder auch der Bronzeperiode an dieser Stelle gehaust und durch die Abfälle ihrer Mahlzeiten und ihrer Industrie eine Kulturschicht hinterlassen, die in der Schweiz ausserhalb der Seen und Torfmoore noch nirgends aufgefunden wurde, dann wären Bruchstücke von Geschirren und abgeschlagene Steinsplitter von Werkzeugen gewiss nicht als einzelne Seltenheiten sondern ebenso wie in den Kulturschichten der Pfahlbauten in Menge vorhanden. Das Fehlen derselben oder ihre grosse Seltenheit spricht ebenso entschieden wie die geologischen

Verhältnisse, gegen die Wahrscheinlichkeit einer Ansiedlung auf der trügerischen Basis einer den Ueberschwemmungen ausgesetzten Schutthalde. Selbst die Angabe hinsichtlich der jüngsten Ansiedlung der Römerzeit, die etwas weniger unwahrscheinlich wäre, hat keine überzeugende Kraft. Alles beruht, wie schon Baer bei einer kritischen Prüfung der Morlot'schen Hypothese bemerkt, auf den unglücklichen Brocken von römischen Ziegeln, denn eine Münze, die man nicht erkennen kann, sagt doch eigentlich gar nichts.

Die Hypothese Morlots, welche viel Aufsehen machte und einen Schein von Begründung hatte, ist bei näherer Prüfung unhaltbar. Alle Versuche, den Anfang und die Dauer der beiden ältesten Perioden jener Seeansiedlungen chronologisch festzustellen, sind bis jetzt als völlig misslungen zu betrachten. Es bleibt uns nur übrig, aus den Lagerungsverhältnissen der Kulturschichten und aus dem Material und der Form der Artefakte das relative Alter dieser Niederlassungen zu bestimmen. Erstere Bestimmung ist nur durch das in geologischen Untersuchungen übliche Verfahren erreichbar.

In einem Aufsatz, welchen Herr Carl Vogt jüngst im ersten Hefte des „Archivs für Anthropologie" veröffentlichte[6]), bemerkt derselbe sehr richtig: dass nach dem negativen Resultat der Versuche, eine wirkliche Chronologie der vorhistorischen Zeit herzustellen, es nunmehr erlaubt sein müsse, auf diejenige Methode zurückzugreifen, welche in der Geologie allgemeine Anwendung findet. In der Geologie wird nicht gefragt: wie viele Jahre sind verflossen, seitdem sich diese oder jene Schicht bildete, sondern ob sich eine gegebene Schicht vor, nach oder zu gleicher Zeit

6) Ein Blick auf die Urzeiten des Menschengeschlechtes von Carl Vogt. Archiv für Anthropologie. Erstes Heft. Braunschweig 1866.

mit einer andern Schicht gebildet habe. Diese Frage vermag der Geolog bei genauer Untersuchung der Lagerungsverhältnisse allerdings in den meisten Fällen zu beantworten. Herr Vogt sagt mit Recht, dass dieselben Hilfsmittel, welche uns in der Geologie dienen, auch bei der Zeitbestimmung jener vorhistorischen Epochen, welche zweifellose Spuren vom Dasein des Menschen hinterliessen, nothwendig in Anwendung gebracht werden müssen. Viele der Widersprüche und manche grundfalsche Behauptungen von gewissen Alterthumsforschern sind theils auf die Unkenntniss, theils auf die Nichtbeachtung der geologischen Methode zu schieben.

Die Vergleichung des Materials und der Formen der vorkommenden Artefakte gewähren gleichfalls für die Bestimmung des relativen Alters Anhaltspunkte von unbestreitbarem Werth und annähernder Sicherheit. Der von Professor Hochstetter gemachte Einwurf: dass das ungleiche Material der Artefakte nur Standesunterschiede, nicht verschiedene Altersstufen der Pfahlbaubevölkerung beweise, ist nicht haltbar und würde von dem kenntnissreichen Geologen schwerlich gemacht worden sein, wenn er die Fundstellen an den Seen und Torfmooren der Schweiz aus eigener Anschauung kennen gelernt hätte.

Grosse ausgedehnte Seeniederlassungen der ältesten Zeit, wie sie bei Wangen, Moosseedorf, Wauwyl, Robenhausen etc. vorkommen, haben unzweifelhaft eine lange Reihe von Jahren, wahrscheinlich von Jahrhunderten existirt. Der Umfang dieser Seedörfer lässt auf eine zahlreiche Bevölkerung schliessen. Sie gehören sämmtlich der reinen Steinzeit an. Stein, Knochen und Holz lieferten ausschliesslich das Material zu ihren Werkzeugen und Waffen. Von bearbeitetem Metall ist dort nicht die geringste Spur zu finden.

In den benachbarten Gegenden, oft in grösster Nähe wie bei verschiedenen Stationen im Neuenburger-, Bieler-

und Ueberlinger-See kommen dagegen andere Bauten mit besser bearbeiteten Pfählen meist etwas weiter vom Seeufer in grösserer Tiefe war, wo die Bronze das vorherrschende, zum Theil das ausschliessliche Material der Artefakte bildet und Schmuckgegenstände, Werkzeuge, Waffen u. s. w. von diesem gemischten Metall zu Hunderten in der Kulturschicht liegen.

Die Annahme eines gleichzeitigen langen Zusammenwohnens von zwei Nachbarvölkern an denselben Seen, von denen die eine überraschend reich an Metallwerkzeugen war, und die andere nicht das geringste davon besass, wäre jedenfalls höchst unwahrscheinlich und steht im schroffen Widerspruch mit allen Beobachtungen der Ethnographie ferner Länder. Die weite Verbreitung von legirtem Metallschmuck bei den Völkern Amerika's, welche lange vor der Ankunft der Spanier diese Gegenstände durch Tausch selbst in die abgelegensten Wildnisse verbreiteten, ist aus der Entdeckungsgeschichte bekannt. Ebenso weiss man, wie schnell sich dort nach der Entdeckung das Eisen verbreitete, welches vor der Landung der Spanier den Eingebornen unbekannt war. Ungeachtet der Grösse des Welttheils giebt es jetzt dort gewiss keinen Volksstamm mehr, der so roh und arm, keine Wildniss, die so abgelegen und unzugänglich wäre, dass nicht einige eiserne Werkzeuge und Waffen neben den rohen Artefakten von Holz und Stein sich daselbst eingebürgert hätten. Selbst bei den ganz nackten Wilden, welche in der weiten Wälderzone östlich von Veragua hausen, sind ebenso wie bei den Indianern Dariens und bei den scheuen Horden in den untern Thälern der Flüsse Napo und Pastassa Pfeile und Lanzen wenigstens bei den Häuptlingen mit guten eisernen Spitzen versehen. Die Afrikareisenden Livingstone, Barth, Burton, Speke u. s. w. fanden den Gebrauch des Eisens bei allen Völkern Afrikas, auch bei denen, welche niemals mit Europäern verkehrt

hatten. Der Missionär Knoblecher fand die Baryneger unter 4° N. Br., welche in ihm den ersten Weissen erblickten, im Besitze zahlreicher Schmuckgegenstände und Werkzeuge von Eisen. Auf den Inseln der Südsee verbreitete sich das Eisen gleich mit der ersten Entdeckung, denn es liegt in der Natur der Wilden, mit grosser Begierde Tauschgegenstände zu suchen, welche ihnen „im Kampfe um das Dasein" Vortheil versprechen. Nur bei Insulanern, an deren Eiland nie ein Schiff gelandet und die durch ein weites Meer von dem Verkehr mit andern Inseln abgeschnitten, wäre ein ausschliesslicher Gebrauch von Steinwaffen ohne die geringste Kenntniss von Metallen noch denkbar. Ein solches Eiland dürfte schwerlich noch heute auf dem ganzen Erdball existiren. Das zahlreiche Vorkommen von Feuersteinwerkzeugen in fast allen Pfahlbauten der Schweiz, auch wenn dieselben ziemlich weit von Gebirgen entfernt liegen, in denen Feuersteinknollen gefunden werden, beweist hinlänglich, wie schon in jener Urzeit ein reger Tauschverkehr bestand.

Die gleichzeitige Existenz von Pfahlbauniederlassungen, deren Bewohner sich kümmerlich mit Werkzeugen von Stein und Knochen begnügen mussten, während zugleich in nächster Nähe andere reichere Seeansiedler mit Bronzekelten den Wald klärten und mit Schwertern von gleichem Metall in den Kampf zogen, müssen wir daher als eine unglückliche Hypothese bezeichnen, gegen welche sich auch Dr. Ferdinand Keller im sechsten Bericht über die Pfahlbauten, der gleich den früheren Arbeiten dieses ausgezeichneten Forschers höchst gediegen und inhaltreich ist, entschieden ausspricht. Man kann mit grösster Wahrscheinlichkeit behaupten, dass Seeansiedlungen, in denen keine Spur von bearbeitetem Metall zu finden, älter sein müssen, als solche, welche bereits viele Gegenstände von Erz mit ihren Steinwerkzeugen zugleich besitzen und dass ein Pfahlbau, wie der bei Morges,

welcher nur Artefakte von Bronze in grosser Zahl enthält, jünger sei, als eine andere Ansiedlung, in welcher neben einzelnen Bronzeartefakten das alte Material von Stein und Knochen noch überwiegt. Eine Niederlassung, wie die bei Marin am Neuenburger See, welche über zwei Drittheil eiserne Geräthschaften lieferte, ist dagegen sicher noch jünger, als die genannte Bronzestation bei Morges, die keine Spur von Eisen enthält. Der Stoff der vorkommenden Artefakte scheint uns für die Bestimmung des relativen Alters der verschiedenen Perioden ein ebenso sicherer Maasstab, als die Lagerungsverhältnisse in einem Torfmoor wie Robenhausen für die Bestimmung des relativen Alters selbst der aufeinanderfolgenden Ansiedlungen innerhalb derselben Periode gelten müssen.

Von keiner der beiden ältesten Perioden lässt sich der Anfang uud die Dauer chronologisch bestimmen oder auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit schätzen. Nur für die Eisenzeit, an deren Anfang noch die letzten Pfahlbauten der Westschweiz existirten, könnte eine solche Zeitschätzung mit annähernder Richtigkeit gewagt werden. So wie einer Anzahl Steinzeitansiedlungen von ihrem Erlöschen noch Bronzegeräthe zugebracht wurden, so erhielten einige Bronzestationen in den westlichen Seen auch einzelne Gegenstände von Eisen, einen den älteren Ansiedlungen völlig unbekannten Stoff. Die Station à la Tène bei Marin bietet allein eine grosse Menge von Eisenwaaren dar, welche nach dem bestimmten Ausspruch des kenntnissreichen Archäologen Keller zwar nicht von römischem Fabrikat, wie Andere meinten, doch der vorrömischen gallischen Periode Helvetiens angehörten. Die Herren Schwab und Desor haben das Verdienst, von diesem merkwürdigen, wahrscheinlich jüngsten Pfahlbau der Schweiz eine grosse, lehrreiche Sammlung zusammengebracht zu haben.

Der Pfahlbau in Marin scheint jedenfalls in der Westschweiz die letzte dieser räthselhaften vorhistorischen Seeansiedlungen gewesen zu sein. Sie existirte noch zu einer Zeit, wo in der Ostschweiz diese Wasserdörfer längst zerstört waren. Dr. Keller bemerkt in seinem letzten Bericht über die Pfahlbauten: wenn bei weiteren Nachgrabungen sich herausstellen sollte, dass der dortige Pfahlbau nicht die Hütten der Bevölkerung trug und deren Heimat bildete, sondern zu einem andern Zweck diente, derselbe wohl als ein Refugium, ein Zufluchtsort nach Art der gallischen auf Berghöhen und Flussinseln angelegten Oppida zu betrachten sei, als Festung, die zur Friedenszeit verlassen war, in Kriegszeiten aber die Anwohner des Sees und ihre Habe aufnahm. Der Unterschied der Pfahlbauten in früherer und späterer Zeit würde also darin bestehen, dass, während damals bei ungeordneten staatlichen Verhältnissen und rechtlosen Zuständen die Niederlassungen im See die eigentlichen Wohnsitze der Bevölkerung bildeten, in späterer Zeit jedoch, bei vorgeschrittener Civilisation, nur noch den Zweck eines Sicherheitsortes zu erfüllen bestimmt waren.

Die Existenz der Pfahlbauten reicht nicht bis in die Zeit der römischen Eroberung und Besitznahme Helvetiens, von welcher für diese Gegenden der Anfang der historischen Epoche datirt. Gegen die überlegene römische Kriegskunst konnten diese Seedörfer den keltischen Helvetiern keinenfalls Schutz gewähren. Die römischen Colonisten selbst aber, welche solidere Befestigungen auf dem Lande anzulegen verstanden, verschmähten sicher das unbequeme Wohnen auf Pfahlhütten im See. Auch bildete die Zucht und der Fang der Fische für diese späteren Uferbewohner wohl nicht mehr den Hauptnahrungszweig. Sie waren in den Besitz von Eisenwerkzeugen gekommen, um den Wald zu klären und den Boden zu be-

ackern und hatten damit eine ausgiebigere und gesichertere Quelle der Existenz. Die Bemerkungen Desor's gegen die Wahrscheinlichkeit einer Fortdauer der Pfahlbauten bis zur Römerzeit sind wohl begründet und bis jetzt nicht widerlegt worden. Die Ergebnisse meiner letzten Untersuchungen am Würmsee haben die Richtigkeit der Ansichten Desor's auch hinsichtlich dieser merkwürdigsten unter den bis jetzt in Bayern gefundenen Pfahlbauten vollständig bestätigt. Während im Boden der Insel Wörth selbst bei der Grundlegung des königlichen Villabaus eine kleine Anzahl echt römischer Alterthümer entdeckt wurde und damit also die Anwesenheit der Römer oder ihrer Zeitgenossen auf diesem lieblichen Eiland sicher bewiesen ist, haben die Ausgrabungen aus den Pfahlbauten neben der Insel im See ausschliesslich nur keltischen Bronzeschmuck, keine Spur von römischen Kunstprodukten geliefert. Das häufige Vorkommen von römischen Ziegeln und einzelnen Münzen in den Seen der Westschweiz, die in den obern Schlammschichten des jüngern Seeabsatzes, nicht in der tiefern Kulturschicht liegen, beweist eben nur, was wir längst aus der Geschichte wissen: dass auch römische Colonisten die Uferlandschaften über fünf Jahrhunderte bewohnt haben.

Auf die angeblichen „römischen Ziegel", die neben ganz modernen Ziegeln, Glasstücken u. s. w. im Seeboden liegen, hat man mit Unrecht, namentlich bei einigen Stationen am Neuenburger See, wo sie häufig vorkommen, Bedeutung gelegt. Gebrannte Ziegel können selbst da, wo ihre Lagerung genau festgestellt ist, nicht als sichere Merkmale für die ersten 5 Jahrhunderte n. Chr. gelten. Wenn auch die Bewohner der Schweiz vor der römischen Invasion, wie die Archäologen wohl mit gutem Grund versichern, nicht verstanden, Ziegel zu brennen, so ist doch damit nicht gesagt,

dass sie diese Kunst nicht auch später geübt haben. Der Beweis, dass solche Ziegel nicht jünger, als 560 n. Chr. sein können, fehlt. Sollten die germanischen Völker, die in die Schweiz einrückten und die Römer verdrängten, nicht auch Ziegel gebrannt haben, oder waren ihre Ziegel von den römischen wesentlich verschieden?

Noch haltloser als die auf das Vorkommen s. g. römischer Ziegel gebaute Hypothese ist die ganz irrige Annahme einiger Archäologen, dass die Pfahlbauten z. B. am Ueberlinger See selbst bis in das Mittelalter fortgedauert hätten. Ist das Vorkommen einiger Eisengeräthe oder mittelalterlicher Glasscherben, welche die ohne Kenntniss und Verständniss im Seeschlamm wühlenden Fischer und Bauernjungen den bequem am Lande weilenden Sammlern und Liebhabern von Alterthümern brachten, ein Beweis, dass sie wirklich in der gleichen Tiefe und Lage der ältern Kulturschicht, wie die übrigen Artefakte gefunden wurden? Gewiss nicht. Keiner der Herren Archäologen, welche diese irrige Meinung hegen und verbreiteten, wird behaupten können, dass er bei diesen Nachsuchungen stets gegenwärtig war und die Aushebungen des Seebodens scharf beaufsichtigte. Wer selbst die Ansiedlungen bei Nieder-Uhldingen und Sipplingen, in deren Nähe solche römische und mittelalterliche Gegenstände neben älteren Bronzeartefakten gefunden wurden, besucht und die Finder genau über die Art befragt: wie sie zu ihren Fundstücken gekommen, wird sich überzeugen, dass hier von einer genauen Unterscheidung der Fundlagen keine Rede sein kann.

Bei meinem letzten Besuch am Walchensee, der unter allen bayerischen Seen das klarste Wasser hat und daher die auf dem Seeboden liegenden Gegenstände selbst noch in Tiefen von 4 Klaftern erkennen lässt, war es für mich

belehrend, in der Nähe der bewohnten Uferstellen die grosse Menge der modernen Küchenabfälle und Artefakte wahrzunehmen. Eine Masse von zerbrochenen Ziegeln, Gläsern, Töpfen etc. war selbst bis zur Entfernung von 30′ und weiter vom Ufer auf dem Seeboden deutlich zu erkennen.

Die für Viehzucht und Ackerbau so einladenden Uferlandschaften am Bodensee und an den Seen der Schweiz sind seit den ersten Ansiedlungen der Steinzeit sicher nie unbewohnt gewesen. Auf die keltischen Völker der Bronzeperiode und des ersten Anfangs der Eisenzeit folgten die eingewanderten römischen Kolonisten und diesen die germanischen Eroberer des Mittelalters. Es ist sehr natürlich, dass von all' diesen Epochen Küchenabfälle und Werkzeuge der Industrie und Kunst bald absichtlich weggeworfen, bald zufällig in den See gefallen sind und theils über der Kulturschicht der Pfahlbauten theils neben ihr liegen. Wenn nun die Untersuchungen nicht an Ort und Stelle mit grosser Vorsicht stattfinden, wenn die Baggerschaufel, die Zange oder die Hand des Suchers in mehreren über einander liegenden Schichten des Seebodens zugleich wühlt, so sind Verwechslungen der Gegenstände älterer und neuerer Zeit fast unvermeidlich. Dadurch wurden, wie ich bereits früher bemerkte, manche der Forschung sehr schädliche Irrthümer, die wir leider auch bei der wissenschaftlichen Streitfrage über das Alter der Pfahlbauten erlebten, zweifelsohne veranlasst und verbreitet. Diese Irrthümer wären in den meisten Fällen vermieden worden, hätten die Forscher, die sie begingen, sich stets auch die Mühe genommen, mit strenger Beobachtung des geologischen Verfahrens die Ausgrabungsarbeiten selber vorzunehmen. Gewöhnliche Arbeiter und Taglöhner, denen nur darum zu thun ist, möglichst viele Fundstücke, für die sie gut belohnt werden, zusammenzubringen, sind, wie ich bereits angedeutet habe,

ganz unfähig, die Aufeinanderfolge der Fundschichten und die Lage der Fundstücke genau zu unterscheiden.

In Seen sind allerdings exacte Untersuchungen dieser Art weit schwieriger, als in Torfmooren, besonders wenn, wie z. B. in Nieder-Uhldingen am Bodensee, die alte Fundschicht durch den Wellenschlag zerstört ist. In den Pfahlbauten der Torfmoore, wie Wauwyl und namentlich Robenhausen, wo ein ebenso einsichtsvoller als eifriger Forscher, Herr Schulpfleger Jakob Messikomer die Nachgrabungen meist allein und eigenhändig, immer aber unter seinen Augen vornahm, sind jene Verwechslungen von Fundstücken späterer Zeit mit älteren Pfahlbaugegenständen niemals vorgekommen.

Herr Steinheil spricht über seinen

„Photographen-Apparat zur Aufnahme von Naturstudien“

und erläutert seinen Vortrag durch Vorzeigung des Instruments.

Wenn ein Landschaftmaler ein grösseres Bild malen will, so benöthigt er Vorgrundstudien, d. h. genaue Naturzeichnungen der den Vorgrund bildenden Objecte als: Baumgruppen, Sträucher, Kräuter und Gräser, Felsen, Steine, Erdreich, Wasser etc. Man sieht es jedem Bilde an, ob diese Dinge aus der Natur entnommen oder componirt sind. Die letztern haben nie so vollendete Formen und solche Abwechslung in der Gestaltung, wie die erstern. Indessen ist die Anfertigung solcher Detailzeichnungen sehr mühevoll und zeitraubend, daher schon vielfach daran gearbeitet wurde, die Photographie hiefür zu benutzen.

Die Photographie fordert jedoch so viel Apparate und Hülfsmittel, dann auch technische Kenntnisse, dass sie, wegen der grossen Unbequemlichkeiten, die mit den Aufnahmen verbunden sind, bei den Künstlern wenig Anwendung fand. Durch die Erfindung der Trockenplatten, d. h. solcher für das Negativ vorbereiteter Platten die lange Zeit vor der Expositur angefertigt und lange Zeit nach der Belichtung hervorgerufen werden können, ist darin ein wesentlicher Schritt gethan. Allein da das Wechseln der Platte nach der Belichtung einen dunkeln Raum erfordert, dessen Mitnahme sehr unbequem, so war man auf die eine Aufnahme für die Excursion beschränkt und dadurch in der Wahl des Objectes oft unglücklich, indem sich später schönere Objecte zeigten oder solche in der Hoffnung noch besseres zu finden übergegangen waren.

Ich habe nun zu meinem eigenen Gebrauche einen Photographenapparat construirt, welcher beim Spazierengehen ohne alle Belästigung mitgetragen werden kann und der gestattet 6 bis 8 Aufnahmen während des Spazierganges zu machen. Ich habe dabei nur die Belichtung — die Aufnahme — zu besorgen. Die Platten, die wohl ein Jahr wirksam bleiben, beziehe ich von einem Photographen, dem ich gelegentlich die belichteten Platten zur Hervorrufung wieder zusende und die Zahl der positiven Abdrücke bestimme, die ich von jeder Nummer wünsche.

In der Voraussetzung, dass es auch Andern angenehm sein wird, sich in solcher Weise selbst gewählte Naturstudien zu sammeln, werde ich den Apparat hier beschreiben und kann denselben zugleich auch der Classe vorzeigen.

Die Dimensionen der Camera sollen möglichst klein sein; nicht nur des bequemeren Transportes wegen, sondern hauptsächlich wegen des Einflusses, den der Abstand des Objectes auf die Verstellung der Bildebene ausübt, und welcher

bei einiger Entfernung der Objecte nahezu im Verhältniss des Quadrats der Brennweite abnimmt [1]).

Man erlangt somit durch kleine Dimensionen der Camera, dass die Bildebene für ziemlich nahe Objecte gegen unendlich entfernte gar nicht verstellt zu werden braucht, besonders wenn man ein Objectiv mit kleiner Oeffnung im Verhältniss zu seiner Brennweite anwendet. Denn der Durchmesser eines Lichtpunktes, gemessen in einer Bildebene, die z. B. $\frac{1}{100}$ Brennweite gegen den Brennpunkt verstellt ist, beträgt nur $\frac{1}{100}$tel der Oeffnung des Objectives, wird also um so kleiner, je kleiner die Oeffnung gegen die Brennweite des Objectives ist.

Bei den von mir angenommenen Dimensionen hat die Brennweite des Objectives 42 Pariser Linien, die Oeffnung 1‴. Rückt der Gegenstand bis auf 12 Fuss Abstand zum Objectiv heran, so müsste die Bildebene gegen unendlichen Abstand des Objectives um 1‴.04 Linien wegen grösster Deutlichkeit verstellt werden; lässt man aber die Bildebene ungeändert, so wird der Durchmesser des Lichtpunktes $\frac{1}{40}$‴ also selbst mit Loupe von $3\frac{1}{2}$ Zoll kaum wahrnehmbar. Die Camera kann also zur Aufnahme ziemlich naher Objecte oder sehr ferner Gegenstände ein und dieselbe constante Stellung der Bildebene erhalten. Man hat folglich nicht erst nöthig, das Bild des aufzunehmenden Gegenstandes einzustellen, sondern es dient dieselbe Lage für alle vorkommenden Aufnahmen.

Die Bildplatten der Camera haben 7 Zoll Länge und

---

1) Mit Bezeichnungen wie in Klügel's Dioptrik:

$$\frac{d\alpha}{da} = -\frac{p^2}{(a-p)^2}$$

wo p die Brennweite,
a der Abstand des Objectes und
α die Verneigungsweite bezeichnet.

gestatten also Aufnahmen bis zu 90° Bildwinkel, wenn das Periskopobjectiv in Anwendung kommt. Betrachtet man die Photographie mit einer Loupe von 3½ Zoll Brennweite (= der Brennweite des Objectives), so können alle Details erkannt werden, die das freie Auge in der Natur vom Aufnahmspunkt aus unterscheidet. Da aber kein Staffeleibild weiter ausgeführt werden soll, als das Auge beim gehörigen Abstand vom Bilde (Augenabstand) noch unterscheiden kann, so liefert die Photographie die zum Bilde nöthigen Details vollständig und man sieht, dass sich auch bei viel kleinern Dimensionen der Apparate dieser Zweck ebenso vollständig erreichen liesse, weil alle Photographieen, die mit kleineren Brennweiten als 8 Zoll erzeugt sind, mit einer Loupe von der Brennweite des Objectives betrachtet werden müssen, damit die Bildwinkel den Naturwinkeln gleich werden.

Bei meiner Camera lässt sich das Objectiv aus der Mitte auf- und abwärts verstellen, um den Augenpunkt (und damit den Horizont) je nach Bedarf höher oder tiefer zu legen. Statt dessen kommt es häufig vor, dass der Photograph den Apparat neigt, um hohe Punkte noch in's Bild zu bekommen. Diese Methode ist ganz falsch, weil damit die Projectionsebene geneigt wird, wodurch Objecte, die in der Natur senkrecht und parallel stehen, in der Photographie nach oben zusammenlaufen. Diess zu vermeiden, muss die Camera immer horizontal gestellt werden. Die Zeit der Belichtung ist bei den Trockenplatten des Herrn Photographen Böttger, welche ich anwende, nahezu 8 mal länger, als bei sensibeln nassen Platten und hängt wie bei letztern von der Intensität der Naturbeleuchtung und von der Farbe der Objecte ab.

Um den Apparat bequem zu transportiren, habe ich die Camera so eingerichtet, dass sie sich zusammendrückt und dabei nur eine Dicke von 1½ Zoll hat. Die präparirten

Platten befinden sich je eine in einem Futteral, dessen äussere Dicke nur $4^3/_4$ Linien beträgt. Das Futteral ist oben auf der Kante mit einem Schuber verschlossen und auf einer Fläche mit „Bildseite“ bezeichnet. Die präparirte Platte gleitet mit der präparirten Seite auf der Bildseite des Futterals in dieses auf 2 Leistchen an den Rändern, so dass die präparirte Fläche ganz frei und unberührt bleibt. Wenn der Schuber wieder geschlossen ist, befindet sich die Platte in völlig dunkelem Raume.

Die Camera hat statt der Cassette einen dem Futterale ähnlichen Rahmen ebenfalls mit einem Schuber auf der Kante verschlossen, aber offen gegen das Objectiv und auf der Rückseite mit einem Federbrettchen mit Riegeln zum Herausnehmen verschlossen. Ueber dem Schuber ist ein Falz 4''' tief erweitert und es passen alle Futterale genau in diesen Falz.

Soll nun die Platte in die Camera eingeführt werden, so steckt man das Futteral mit der Platte in den Falz der Camera die „Bildseite“ gegen das Objectiv, zieht die Feder im Federbrettchen zurück, öffnet die beiden Schuber und neigt den Apparat, bis die Platte aus dem Futteral in die Camera hinabgleitet. Jetzt werden beide Schuber geschlossen, das Futteral abgehoben und die Feder, die das Glas gegen die Auflagen in der Cassette drückt, wieder in Wirksamkeit gesetzt. Die Camera ist so mit der präparirten Platte versorgt und das Licht wirkt auf dieselbe, so bald der Objectivdeckel abgenommen wird. Vorher aber muss die Camera auf die gehörige Brennweite ausgezogen werden, wozu 3 Klammern dienen, deren Eindrücken der Platte die nöthige Stellung geben.

Nun wird die Camera auf dem Stockstativ in horizontaler Lage angeschraubt und nach dem abzubildenden Gegenstande gerichtet, worauf durch Abnahme des Objectivdeckels die Belichtung erfolgt. Ist diese vollendet, so

wird in ganz ähnlicher Weise die belichtete Platte wieder in ihr Futteral zurück gebracht und die Camera mit einer neuen Platte versehen.

Ausser dem Periskopobjectiv habe ich noch ein aplanatisches Objectiv an die Camera anpassen lassen. Letzteres gibt 25 mal mehr Licht als das Periskop. Kömmt es also vor, lichtschwache Objecte zu copiren, die einen kleinern Gesichtswinkel fodern, so ist das aplanatirte Objectiv das geeignetere.

Herr Voit macht Mittheilung über eine Untersuchung seines Bruders Hrn. Ernst Voit:

„Ueber Diffusion von Flüssigkeiten".

Die zahlreichen Untersuchungen über die osmotischen Erscheinungen sind bekanntlich noch nicht im Stande, eine vollkommen genügende Erklärung des ganzen Vorganges zu gestatten, schon deshalb nicht, weil die bei jeder Osmose wirksame Diffusion noch auf kein einfaches Gesetz zurückgeführt ist. Ehe ich desshalb neue Beobachtungen in dieser Richtung anstellte, wollte ich zuerst die Auffindung der Diffusionsgesetze von Neuem in Angriff nehmen, um dann vielleicht mit grösserer Leichtigkeit auch die Osmose betrachten zu können.

Ueber die Diffusion von Flüssigkeiten sind Untersuchungen, sowohl in experimenteller wie theoretischer Richtung vorhanden. Die ersten und wohl die wichtigsten sind die zahlreichen Beobachtungen von Graham, bei welchen er unter sonst gleichen Umständen die Salzmenge bestimmt, die aus einem mit Salzlösung gefüllten Gefäss in das darüber befindliche destillirte Wasser tritt. Die für verschie-

dene Substanzen gefundenen Verhältnisszahlen nimmt er als Maass ihres Diffusionsvermögens an. Fick machte später darauf aufmerksam, es wäre wahrscheinlich, dass die Diffusion dasselbe Gesetz befolge, wie die Wärmeleitung und die Verbreitung eines electrischen Stromes; dass nämlich in einem Zeitelement aus einer Schichte in eine benachbarte eine Salzmenge übertritt, welche proportional ist dem Flächeninhalt und dem Conzentrationsunterschiede beider. Fick's Versuche, welche nur mit Kochsalz angestellt sind, können aber nicht als beweisend für seine Annahme gelten, so dass Beilstein berechtigt war, aus seinen eigenen Beobachtungen den Schluss zu ziehen, die Diffusion befolge nicht genau dieses Gesetz.

Aus diesem Grunde stellte ich mir die Aufgabe, durch neue Experimente die Frage über das Diffusionsgesetz zu entscheiden, und bediente mich dazu folgender Methode.

Ich schichtete in einem parallelepipedischen Glaskasten mit planparallelen Wänden conzentrirte Zuckerlösung unter destillirtes Wasser; es gelang diess durch einige Vorsichtsmaassregeln so vollkommen, dass sich anfänglich zwischen beiden Flüssigkeiten eine spiegelnde Trennungsfläche befand. Nach einiger Zeit trat durch Diffusion eine Mischung ein, und es war nun meine Aufgabe, zu jeder Zeit und in jeder beliebigen Höhe des Diffusionsgefässes die Conzentration der Zuckerlösung zu beobachten, ohne die Diffusion zu unterbrechen. Zu diesem Zweck befestigte ich ein Duboscque-Soleil'sches Saccharimeter an dem Schlitten eines Kathetometers und bestimmte von der Oberfläche der Diffusionsflüssigkeit aus, immer um je 0.5 cent. herabsteigend, die Conzentration der Zuckerlösung in einer Horizontalschicht. Alle Beobachtungen führte ich in einem Keller aus, um bei constanter Temperatur zu arbeiten und störende Erschütterungen zu vermeiden. Einzelne Versuchsreihen haben eine Dauer von 70 Tagen.

Die für Rohr- und Traubenzucker gefundenen Resultate zeigen, dass das Gesetz, welches Fick angenommen hat, wenigstens innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler richtig ist. Unter dieser Voraussetzung habe ich sodann gefunden, dass die Graham'schen Verhältnisszahlen kein Maass des Diffusionsvermögens sind, und so bedeutend von ihrem Werth verlieren. Die Diffusionsconstanten, welche sich aus meinen Beobachtungen berechnen, sind für Rohrzucker bei einer Temperatur von 14—15° C. 0,3144, für Traubenzucker 0,3180, d. h. wenn in einem Diffusionsgefäss von 1 cent. Höhe an beiden Enden ein Conzentrationsunterschied von 1 gr. stattfindet, so tritt beim Beharrungszustand in einem Tag durch einen Querschnitt von 1 □cent. eine Rohrzuckermenge von 0.3144 gr. und eine Traubenzuckermenge von 0,3180 gr. Der mittlere Fehler beträgt höchstens 1 proc.

Ich beabsichtige diese Versuche noch fortzusetzen und für solche Substanzen, welche die Polarisationsebene eines durchgehenden polarisirten Lichtstrahles nicht drehen, eine ähnliche Beobachtungsmethode anzuwenden. Das Saccharimeter ersetze ich in diesem Fall durch einen Apparat, wie ihn Steinheil zur Bierprobe vorgeschlagen hat. Dieses sehr zweckmässig ausgedachte Instrument wird mir gestatten, mit grosser Genauigkeit und ausserordentlich bequem die Lichtbrechung einer Lösung in jeder Höhe des Diffusionsgefässes zu bestimmen. Selbst die Diffusion von Gemengen zweier gelösten Substanzen, deren eine die Polarisationsebene dreht, kann ich durch gleichzeitige Anwendung des Saccharimeters und der optischen Gehaltsprobe von Steinheil sehr leicht verfolgen. Schwieriger ist es, den Einfluss der Temperatur auf die Diffusionsconstante zu ermitteln; doch hoffe ich mit Hülfe eines „Kohlrausch'schen selbstregulirenden Thermometers" wenigstens genäherte Werthe zu erhalten.

Auch die osmotischen Vorgänge will ich ganz nach derselben Methode studiren. Ist die conzentrirte Lösung und das Lösungsmittel durch ein Diaphragma geschieden, so sind die durch das Diaphragma ausgetauschten Volumina verschieden; desshalb werde ich auf den Boden des Diffusionsgefässes Quecksilber bringen, welches durch ein seitliches Rohr entweichen kann, um so auch den Druck während der Osmose constant zu erhalten.

Nach Vollendung der zwar langwierigen, aber leicht auszuführenden Versuche, glaube ich eine sichere Basis für theoretische Betrachtungen über Diffusion und Osmose gewonnen zu haben, und wenn ich mir auch jetzt schon bestimmte theoretische Anschauungen gebildet habe, so scheint es mir doch zu voreilig, dieselben früher anzugeben, ehe sie genügend durch Versuche gestützt werden können.

Dass die Auffindung der Gesetze für Diffusion und Osmose nicht nur von rein physikalischem Standpunkte aus von grossem Interesse ist, brauche ich kaum zu erwähnen, und ich hoffe, dass die Verwerthung der gewonnenen Resultate auf anderen Gebieten nicht ausbleiben möge.

Herr Schönbein in Basel übersandte eine Abhandlung:

„Ueber die durch die flüssigen Kohlenwasserstoffe und andere kohlenwasserstoffreichen Materien bewirkte Beschleunigung der Oxidation des wasserfreien Weingeistes und der damit verknüpften Bildung von Wasserstoffsuperoxid".

In einer frühern Mittheilung wurde angegeben, dass, wie der Aether, Methyl- und Amylalkohol auch der wasserfreie Weingeist mit beleuchtetem Sauerstoffgas Wasserstoffsuperoxid erzeuge, jedoch ungleich langsamer, als diess die drei erstgenannten Flüssigkeiten thun. In derselben Abhandlung ist die weitere Angabe enthalten, dass unter den gleichen Umständen alle flüssigen Kohlenwasserstoffe in der Weise Sauerstoff aufnehmen, dass ein Theil des verschluckten Gases oxidirende Wirkungen hervorbringe, ein anderer Theil aber im beweglichen Zustande verbleibe, d. h. aus den erwähnten Flüssigkeiten auf andere Substanzen, unter der Mitwirkung der Blutkörperchen z. B. auf das in Weingeist gelöste Guajak oder ohne irgend eine Vermittlung auf SO_2 u. s. w. sich übertragen lasse, wobei noch bemerkt wurde, dass ohne die Anwesenheit von Wasser die gleichen Kohlenwasserstoffe kein Wasserstoffsuperoxid zu erzeugen vermöchten.

Mehrere Gründe liessen mich vermuthen, dass die Anwesenheit besagter Kohlenwasserstoffe im wasserfreien Weingeiste die Oxidation dieses Alkohols und damit auch die davon abhängige Erzeugung von Wasserstoffsuperoxid beschleunigen werde, was in der That auch der Fall ist, wie aus den nachstehenden Angaben erhellen wird.

Wurde ein Gemisch von 75 Grammen wasserfreien Weingeistes und 25 Gr. reinsten Terpentinöles in einer zweilitergrossen lufthaltigen Flasche unter häufigem Schütteln der Einwirkung kräftigen Sonnenlichtes ausgesetzt, so konnte man darin mittelst Chromsäurelösung schon nach wenigen Tagen deutlichst HO_2 nachweisen und liess man die besonnete Luft eine Woche lang auf dem camphenhaltigen Weingeist einwirken, so erwies sich derselbe so stark HO_2-haltig, dass er durch die besagte Säurelösung tief lasurblau gefärbt wurde. Schied man durch Wasser aus dem Gemisch das Terpentinöl ab, so enthielt Letzteres zwar noch merkliche Mengen übertragbaren Sauerstoffes aber keine Spur von Wasserstoffsuperoxid mehr, welches nebst dem Weingeiste zum Wasser gieng. Da unter sonst gleichen Umständen der reine Weingeist Monate lang mit beleuchteter Luft in Berührung stehen muss, damit er durch Chromsäurelösung eben so tief gebläuet werde, als der camphenhaltige Alkohol, welcher nur wenige Tage hindurch der Einwirkung der besonneten Luft ausgesetzt gewesen, so erhellt hieraus, dass die Anwesenheit des Terpentinöles im wasserfreien Weingeist die Bildung des Wasserstoffsuperoxides in auffallendster Weise beschleunige. Da das genannte Oel ohne die Gegenwart von Wasser kein HO_2 zu erzeugen vermag, so darf man wohl annehmen, dass das im camphenhaltigen Alkohol auftretende Superoxid vom Weingeist und von atmosphärischem Sauerstoff abstamme, wesshalb es sich nun fragt, in welcher Weise das Terpentinöl die Oxidation des Weingeistes, beziehungsweise die HO_2-Bildung beschleunige. Die Thatsache, dass ein Theil des vom Terpentinöl aufgenommenen Sauerstoffes in einem übertragbaren Zustande sich befindet, möchte zunächst vermuthen lassen, dass die in Frage stehende Beschleunigung der HO_2-Bildung auf dem Abtreten solchen beweglichen Sauerstoffes an den Weingeist beruhe, d. h.

darauf, dass das Camphen den von ihm der Luft entnommenen Sauerstoff theilweise dem beigemischten Alkohol eben so überlasse, wie das Stickoxid den von ihm der Atmosphäre entzogenen Sauerstoff an die schweflichte Säure abgiebt, um sie zu SO_3 zu oxidiren. Wäre diese Vermuthung gegründet, so müsste O-haltiges Terpentinöl für sich allein mit dem Weingeiste Wasserstoffsuperoxid erzeugen, was zwar geschieht, aber in äusserst langsamer Weise, wie man daraus abnehmen kann, dass in einem Gemisch aus drei Theilen wasserfreien Weingeistes und einem Theile Terpentinöles bestehend, welches volle 5 Proc. übertragbaren Sauerstoffes enthielt und daher mit wässriger schweflichter Säure vermischt (in Folge der unter diesen Umständen stattfindenden Bildung von SO_3) sich ziemlich stark erhitzte, erst nach mehreren Wochen mittelst Chromsäurelösung schwache Spuren von Wasserstoffsuperoxid in sich nachweisen liess. Da nach obigen Angaben ein gleiches aus wasserfreiem Weingeist und vollkommen sauerstofffreiem Terpentinöl bestehendes Gemisch, nachdem es nur eine Woche lang mit stark beleuchteter Luft in Berührung gestanden hatte, schon so reich an HO_2 sich erwies, dass dasselbe durch Chromsäure tief gebläuet wurde, so darf man aus diesen beiden Thatsachen wohl schliessen, dass das Terpentinöl noch auf eine andere Weise als durch die Abtretung seines beweglichen Sauerstoffes an den Weingeist die fragliche Bildung des Wasserstoffsuperoxides beschleunige und zwar muss man, wie mir scheint, annehmen, dass gerade diese andere Wirkungsweise die Hauptursache der in Rede stehenden Beschleunigung sei.

Wie schon anderwärts von mir angegeben worden, nimmt das Terpentinöl den besonneten Sauerstoff ziemlich rasch in der Weise auf, dass ein Theil des Letztern zur Bildung von Harzen, Ameisensäure u. s. w. verwendet wird, während ein anderer Theil des verschluckten Gases mit

unzersetztem Camphen zu einer dem Wasserstoffsuperoxid analogen Verbindung zusammentritt, welche Vorgänge nach meiner Betrachtungsweise auf dem durch das Terpentinöl und das Sonnenlicht bewirkten Auseinandergehen des neutralen Sauerstoffes in ⊕ und ⊖ beruhen.

Da nun erfahrungsgemäss das genannte Camphen ungleich rascher als der Weingeist den beleuchteten Sauerstoff aufnimmt, so muss ich meiner Hypothese gemäss annehmen, dass das Terpentinöl auch ungleich stärker polarisirend auf den neutralen Sauerstoff einwirke, als diess der Weingeist thut und eben hierin der nächste Grund liege, wesshalb das besagte Camphen die Oxidation des mit ihm vermischten Alkohols und somit auch die dadurch bedingte HO_2-bildung beschleunige. Ich denke mir nemlich die Sache so: Der durch das Terpentinöl chemisch polarisirte Sauerstoff, d. h. das aus dem atmosphärischen O hervorgehende ⊕ und ⊖, welche beide man selbstverständlich im Augenblicke ihres Auftretens als noch chemisch ungebunden sich zu denken hat, theile sich zwischen dem vorhandenen Camphen und Weingeiste, wodurch einerseits Harze, Säuren u. s. w., andererseits ⊕-haltige Verbindungen erzeugt werden und zwar, was die Letztern betrifft, auf Seite des Terpentinöles ein Camphenantozonid, auf derjenigen des Weingeistes das Wasserstoffsuperoxid. Dass der durch einen oxidirbaren Körper chemisch erregte Sauerstoff zwischen der erregenden Materie und einer ihr beigegebenen Substanz sich theilen könne, zeigt das durch den Phosphor hervorgerufene Ozon. Schüttelt man in einer verschlossenen Flasche atmosphärische Luft mit warmem Wasser und geschmolzenem Phosphor zusammen, so wird alles unter diesen Umständen auftretende Ozon sofort zur Oxidation des vorhandenen Phosphors verwendet, fügt man aber dem Wasser Indigolösung zu, so nimmt auch der Farbstoff ozonisirten Sauerstoff auf, wodurch er zu Isatin oxidirt, d. h. entbläuet wird, welche Wirkung

bekanntlich der gewöhnliche Sauerstoff nicht hervorzubringen vermag.

Eben so theilt sich meinen neulichen Angaben gemäss das bei der Behandlung des Terpentinöles (und der übrigen flüssigen Kohlenwasserstoffe) mit Wasser und gewöhnlichem Sauerstoff auftretende ⊕ zwischen Oel und Wasser so, dass in Folge hievon wie ein Camphenantozonid so auch Wasserstoffsuperoxid gebildet wird, welche letztere Verbindung weder der neutrale Sauerstoff* noch das Ozon mit dem Wasser zu erzeugen vermag.

Obwohl ich über den Gegenstand noch keine Versuche angestellt habe, so ist es für mich doch sehr wahrscheinlich, dass weingeisthaltiges Terpentinöl unter sonst gleichen Umständen weniger Sauerstoff aufnimmt, als diess das reine Camphen thun würde, mit andern Worten, dass die Oxidation des Weingeistes auf Kosten derjenigen des Terpentinöles beschleuniget werde, wie sicherlich in dem vorhin erwähnten Falle die Oxidation des Indigos diejenige des Phosphors beeinträchtigen muss.

Da ausser dem Terpentinöl auch die übrigen Camphene und sonstigen flüssigen Kohlenwasserstoffe viel rascher als der wasserfreie Weingeist den beleuchteten Sauerstoff aufnehmen, so lag die Vermuthung nahe, dass dieselben ähnlich dem Terpentinöle die Oxidation des Weingeistes und daher auch die damit zusammenhängende HO_2-Bildung zu beschleunigen vermögen, welche Wirkung sie in der That auch hervorbringen. Ein Gemisch von vierzig Grammen wasserfreien Weingeistes und zehn Grammen Petroleums in einer lufthaltigen halblitergrossen Flasche unter häufigem Schütteln der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt, zeigt sich schon nach wenigen Tagen so HO_2-haltig, dass es durch Chromsäurelösung augenfällig gebläuet wurde und liess man auf den petroleum-haltigen Weingeist die besonnete Luft eine Woche lang einwirken, so färbte er sich

mit der genannten Säurelösung tief lasurblau. Beim Vermischen desselben mit Wasser gieng ebenfalls alles vorhandene HO nebst dem Alkohol an jene Flüssigkeit über, während das abgeschiedene Petroleum noch ⊖ enthielt, wie daraus erhellte, dass diese Flüssigkeit durch Chromsäurelösung nicht im Mindesten gebläuet wurde, wohl aber mit Hülfe der Blutkörperchen die Guajaktinctur tief blau zu färben vermochte. Ganz ähnliche Ergebnisse wurden mit wachholderölhaltigem Weingeiste erhalten. Mit andern als den genannten flüssigen Kohlenwasserstoffen habe ich noch keine Versuche angestellt, es lässt sich jedoch kaum daran zweifeln, dass bezüglich der besprochenen Wirksamkeit sie alle dem Terpentinöl und Petroleum gleichen werden, wie die oben erwähnten Thatsachen es überhaupt wahrscheinlich machen, dass noch viele andern kohlenwasserstoffreichen Materien die Oxidation des Weingeistes und somit auch die HO_2-Bildung beschleunigen werden. Von einigen Harzen und dem gewöhnlichen Kampfer habe ich mich durch mehrfache Versuche überzeugt, dass sie in augenfälligster Weise diese Wirkung hervorbringen, wie aus nachstehenden Angaben hervorgehen wird. Eine Lösung von zwei Grammen Resina alba in zwanzig Grammen wasserfreien Weingeistes in einer lufthaltigen halblitergrossen Flasche bei häufigem Schütteln eine Woche lang der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt, zeigte sich so HO_2-haltig. dass sie durch Chromsäurelösung ziemlich tief lasurblau gefärbt wurde und in ganz ähnlicher Weise verhielt sich eine gleich beumständete geistige Lösung des Mastix und des Kampfers, obwohl Letzterer etwas schwächer wirkte als die genannten Harze, welche Thatsachen eine frühere Angabe über das Verhalten der in Weingeist gelösten harzigen Materien zum atmosphärischen Sauerstoff zu vervollständigen und zu berichtigen dienen werden.

Der Einfluss, welchen das Terpentinöl, Petroleum u. s. w.

auf das Verhalten des wasserfreien Weingeistes zum Sauerstoff ausüben, lässt vermuthen, dass es noch viele andere als die erwähnten Fälle gebe, wo die Anwesenheit einer sauerstoffgierigen Materie auf die Oxidation einer andern damit in Berührung gesetzten Substanz beschleunigend einwirkt und es bedarf wohl kaum der ausdrücklichen Bemerkung, dass die Ermittelung derartiger Thatsachen für die Theorie der Oxidation von Bedeutung sein müssten. Ueberhaupt dürften die in meinen neuesten Mittheilungen gemachten Angaben den thatsächlichen Beweis liefern, dass wir immer noch ziemlich weit davon entfernt sind, den wichtigsten und häufigsten aller chemischen Vorgänge: die langsame durch den atmosphärischen Sauerstoff bewerkstelligte Oxidation organischer Materien vollständig zu kennen. Ich wenigstens bin der Ansicht, dass auf diesem Gebiete chemischer Forschung noch Vieles aufgefunden werden muss, ehe wir im Stande sein werden, eine genügende Theorie der Oxidation zu begründen, wozu selbstverständlich vor Allem eine vollständige Kenntniss aller der Umstände erforderlich ist, welche auf diesen Vorgang einen unmittel- oder mittelbaren Bezug haben.

Bis jetzt scheint jedoch der wissenschaftliche Werth derartiger Forschungen noch nicht so hoch angeschlagen zu werden, als der Gegenstand es nach meinem Dafürhalten verdient und dass sich hoffen liesse, es werde dieses Feld der Forschung sobald mit dem wünschenswerthen Eifer bearbeitet werden. Die dermaligen Bestrebungen sind mehr auf möglichste Vervielfältigung neuer Verbindungen und deren Einreihung in das typische Fachwerk als auf die Erweiterung des Verständnisses allgemeiner, einfacher und längst bekannter Thatsachen gerichtet, wesshalb man sich auch nicht wundern darf, wenn Erscheinungen, welche ausserhalb des dermaligen Gesichtskreises der Chemiker liegen, wenig oder gar nicht beachtet werden, obwohl man sich

für versichert halten kann, dass die Zeit komme, wo dieselben Gegenstand allgemeiner Aufmerksamkeit sein und zum Weiterbau der Wissenschaft ihre Verwendung finden werden.

Ich kann nicht umhin, schliesslich noch auf einen von Liebig schon längst ausgesprochenen Satz hinzuweisen, welchem gemäss ein im Zustande der Thätigkeit begriffener Körper auf einen zweiten mit ihm in Berührung stehenden eine Wirkung hervorbringt, die darin besteht, dass dieser zweite Körper sich verhält, als ob er ein Theil oder Bestandtheil des Erstern wäre, falls der zweite Körper Verbindungen einzugehen oder Umsetzungen zu erleiden vermag, ähnlich denen des ersten Körpers.

Eine Reihe der von mir in älterer und neuerer Zeit ermittelter die langsame Oxidation unorganischer und organischer Materien betreffender Thatsachen sind so, dass sie im Einklange mit dem Liebig'schen Satze stehen.

Wie meine Versuche gezeigt haben, vermag z. B. das Terpentinöl für sich allein Sauerstoff aufzunehmen, um damit einerseits Harze u. s. w., andererseits aber auch eine Verbindung zu bilden, welche in wesentlichen Beziehungen dem Wasserstoffsuperoxid analog, d. h. in welcher das Wasser durch das Terpentinöl vertreten ist. Setzt man das reine Terpentinöl in Berührung mit Wasser der Einwirkung des Sauerstoffes aus, so finden unter diesen Umständen zwar immer noch die vorhin bezeichneten chemischen Vorgänge statt, es nimmt aber überdiess auch das Wasser noch Sauerstoff auf, um Wasserstoffsuperoxid zu bilden, aus welchen Thatsachen erhellt, dass das dem Oele beigegebene Wasser dem Sauerstoffe gegenüber gerade so sich verhält, als ob es ein Theil des Camphens selbst wäre. Und Fälle ganz ähnlicher Art habe ich in neuester Zeit eine ziemlich grosse Anzahl aufgefunden.

In die gleiche Categorie von Thatsachen fallen auch

die in der voranstehenden Mittheilung gemachten Angaben über die Beschleunigung der Oxidation des wasserfreien Weingeistes und der hievon abhängigen HO_2-Bildung, welche durch die Anwesenheit des Terpentinöles, Petroleums, Mastix u. s. w. bewerkstelliget wird.

Die Ansichten, welche mich bei meinen Untersuchungen über die langsame Oxidation der Körper geleitet und zur Ermittelung der angedeuteten Thatsachen geführt haben, nemlich die Annahme der chemischen Polarisirbarkeit oder Spaltbarkeit des gewöhnlichen Sauerstoffes durch gewichtige Agentien stehen zwar zu dem Liebig'schen Satze in keiner unmittelbaren Beziehung, welcher Umstand jedoch nach meinem Dafürhalten weder zu Ungunsten meiner Hypothese gedeutet werden, noch die Richtigkeit des besagten Satzes in Frage stellen kann, falls man den Sinn des Ausdruckes „ein in Thätigkeit begriffener Körper" nicht in zu enge Grenzen einschliesst.

Herr Nägeli übergiebt den zweiten Theil seines Vortrages:

„Ueber die Innovation bei den Hieracien und ihre systematische Bedeutung“.

In der letzten Mittheilung habe ich die Beziehungen der verschiedenen Innovationsformen zu den Organisationsverhältnissen und zu den äussern Einflüssen im Allgemeinen erörtert und darauf das Verhalten verschiedener Arten von Archieracien (Accipitrinen, Pulmonareen und Aurellen) im Einzelnen dargelegt. Ich werde zunächst noch die Innovation bei einzelnen Formen der Gruppe der Piloselloiden untersuchen und dann auf die Frage der systematischen Bedeutung eintreten.

Die Piloselloiden überwintern in ihrer grossen Mehrzahl mit Rosetten, die entweder sitzend sind oder am Ende eines Ausläufers sich befinden. Sitzende Rosetten, zuweilen gleichzeitig mit kleinen geschlossenen Knospen, kommen unter anderem bei H. florentinum All., bei Formen von H. praealtum Vill., bei H. glaciale Lach., bei H. alpicola Schleich etc. vor. Ich will das Verhalten von H. praealtum Var. obscurum etwas näher betrachten.

Diese Form wächst häufig auf kiesigen Localitäten bei München. Gewöhnlich gelangt während einer Vegetationsperiode nur eine Sprossgeneration zur Blüthe. Ende October 1864 waren die Stengel ganz abgestorben. Bei den schmächtigern Pflanzen, welche die Mehrzahl ausmachten, befand sich am Grunde jedes Stengels eine sitzende bewurzelte Rosette. Fig. 9 stellt den Wurzelstock einer solchen Pflanze dar. I—I ist der Trieb, welcher im Jahr vorher, II—II derjenige, welcher in diesem Jahr geblüht hatte. I trägt eine geschlossene Knospe (g).

An etwas stärkern Exemplaren befand sich ausser der entwickelten Rosette noch eine zweite schwächere, etwa um ²/₅ des Umfanges von jener entfernt. Dieselbe hatte keine Wurzeln und meist nur ein einziges kleines grünes Blatt. Statt dieser schwächern Rosette war häufig eine Knospe vorhanden, welche im Auswachsen begriffen oder auch ganz geschlossen war. Fig. 8 zeigt ein Rhizom mit zwei Rosetten (r, s). Nur üppige Exemplare hatten zwei, wohl auch drei grosse bewurzelte Blätterbüschel am Grunde eines Stengels.

Hin und wieder zeigte eine Pflanze zwei trockene Stengel, welche beide aus vorjährigen Rosetten oder Knospen hervorgegangen waren und rücksichtlich der Innovation sich wie einzelstehende Stengel verhielten. — Seltener fanden sich zwei bis vier trockene Stengel beisammen, von denen der eine (primäre) aus einer vorjährigen Rosette, die anderen (secundären) als seitliche Triebe aus der Basis des erstern entsprungen waren. Jeder dieser letztern hatte an der Basis eine Rosette.

An allen Wurzelstöcken von H. p r a e a l t u m kamen ausser den erwähnten Innovationsgebilden noch einzelne kleine geschlossene Knospen vor. Dieselben konnten sowohl an dem Spross der letzten als einer frühern Ordnung, also höher oder tiefer an dem Rhizom angeheftet sein (Fig. 8 und 9, g).

Bei andern Formen von H. p r a e a l t u m kommen ausser den sitzenden Rosetten zugleich auch niederliegende dünne, nicht mit Wurzeln versehene Ausläufer vor. Dieselben endigen bald steril, bald gehen sie in einen Blüthenstand aus, entwickeln aber nie eine eigentliche Blattrosette.

Die letztere Erscheinung beobachtete ich nur einmal an einem Satze im Münchner Garten, der bisher bloss sitzende Blätterbüschel gebildet hatte. Im Herbste 1866 hatte derselbe unter den sitzenden Rosetten kleine aber schöne geschlossene Knospen. Ueber den Rosetten aber entsprangen

aus den Blattachseln bis auf 3 Zoll vom Boden lange (1—2 Fuss) dünne Ausläufer ohne Wurzeln, aber mit einer bewurzelten Rosette am Ende.

In diesem Satze von H. praealtum beobachtete ich ausnahmsweise auch eine Erscheinung, welche normal bei andern Arten vorkommt, nämlich von der Mutterpflanze entfernte, durch schiefe unterirdische Stolonen, welche tiefer am Wurzelstocke entspringen, getragene Rosetten. Offenbar entspringen diese Stolonen aus den geschlossenen Knospen.

Wenn H. praealtum Ausläufer treibt, so treten dieselben nicht etwa an die Stelle der sitzenden Blätterbüschel, sondern sie finden sich neben denselben, wie ich bereits bemerkte. Soweit meine in dieser Beziehung übrigens dürftigen Beobachtungen reichen, sind es immer die Achselknospen über den sitzenden Rosetten, die in Stolonen auswachsen, somit Knospen, die bei den ausläuferlosen Formen dieser Species gar nicht zur Entwickelung gelangen. Die normale Innovation wird also durch diese Erscheinung nicht beeinträchtigt.

Anders verhält es sich bei einigen Arten, welche gewöhnlich ebenfalls sitzende oder kurzgestielte Rosetten besitzen, wie H. acutifolium Vill. (= H. sphaerocephalum Froel.) und H. glaciale Lach. Wenn dieselben Stolonen bilden, so geschieht es auf Unkosten der sitzenden Rosetten. Der Stiel der letztern verlängert sich in einen Ausläufer. Besonders ist H. acutifolium hiezu geneigt; ich fand es auf fetten Localitäten der Voralpen mit halbfusslangen Stolonen. Von dem Originalstandort Villars' in den Münchner Garten verpflanzt, trieb es Ausläufer von einem Fuss Länge.

Sitzende Rosetten und zugleich solche, die auf unterirdischen Stolonen gestielt sind, kommen ziemlich normal bei H. cymosum Lin. vor. Von zwei Sätzen, die sich im Münchner Garten befinden, zeigte der eine im Herbst 1864 fast lauter sitzende

Rosetten, wie sie H. praealtum und H. florentinum eigenthümlich sind; und im Jahre 1866 machte ich die gleiche Beobachtung. In dem andern dagegen war kaum die Hälfte aller Rosetten ungestielt; die übrigen waren etwas von ihren Mutterpflanzen entfernt und durch schiefe unterirdische Stolonen mit den Wurzelstöcken derselben verbunden. Die Figuren 1 und 2 zeigen eine sitzende und mehrere gestielte Rosetten; s—s ist die Erdoberfläche. Die Stiele erreichen eine Länge von 2—3 Zoll.

Nach den Autoren sollen die kriechenden oder niederliegenden Ausläufer dieser Art ganz mangeln. Ich habe einen einzigen in dem Satze mit den zahlreichen unterirdischen Stolonen gefunden. Derselbe lag dicht auf der Erde, hatte eine Länge von vier Zoll und war z. Th. mit Laubblättern, z. Th. mit weisslichen Niederblättern besetzt. Am Ende hatte er noch keine Rosette gebildet, auch besass er bloss am Grunde einige Wurzeln, so dass ich nicht weiss, ob daraus ein in eine bewurzelte Rosette ausgehender (wie bei H. pratense), oder ein aufsteigender und blühender Ausläufer (wie bei H. praealtum) entstanden wäre.

Wirkliche unterirdische Stolonen habe ich normal nur bei H. cymosum gesehen. Bei einigen andern Arten, wo sie ebenfalls angegeben wurden, konnte ich mit Sicherheit bloss solche finden, welche der Erde dicht anlagen. So hatte H. aurantiacum Lin. weder auf den Bündtner Alpen, wo ich es Mitte und Ende August beobachtete, noch im Münchner Garten eigentlich hypogäische Ausläufer. Auf den Alpen aber waren die der Erde angedrückten Stolonen, weil sie im Rasen versteckt lagen, meistens mit schuppenförmigen bleichen Niederblättern besetzt. Auf dem Gartenbeet dagegen hatte die grosse Mehrzahl derselben grüne Blätter.

H. pratense Tausch verhält sich wie H. aurantiacum. Ebenso H. glomeratum Fröl., nach dem kultivir-

ten Zustande zu schliessen. Bei letzterem, das in mehreren Sätzen in unserm Garten sich findet, sind die Ausläufer der Länge nach bewurzelt und theils mit grünen Laubblättern, theils mit bleichen schuppenförmigen Niederblättern besetzt. Doch scheint es auch einzelne unterirdische Stolonen zu bilden.

Während H. aurantiacum und H. pratense auf den natürlichen Standorten in der Regel beschuppte Ausläufer haben, kommen diese letztern bei andern kriechenden Arten entweder gar nicht oder nur ausnahmsweise vor. Mit grünen Blättern besetzte, am Ende in eine bewurzelte Rosette ausgehende Stolonen haben namentlich H. Pilosella Lin. und H. Auricula Lin. nebst vielen Zwischenformen wie H. flagellare Rchb. (= H. stoloniflorum Auct.), H. auriculaeforme Fr., H. stoloniflorum W. Kit. (= H. versicolor Fr.), H. cernuum Fr., H. floribundum Wimm. etc. Bei allen diesen Arten können die Stolonen verkürzt und die Rosetten selbst sitzend werden. Unterhalb derselben findet man immer kleine unentwickelte Knospen in den Blattachseln, zuweilen auch unterhalb der Blätter einzelne kleine feste geschlossene Knospen.

Die Ausläufer liegen entweder überall dem Boden an und sind dann in ihrer ganzen Länge bewurzelt, oder sie sind gekrümmt wie der Bogen einer Brücke, indem sie zuerst schief aufsteigen und dann sich wieder senken; in diesem Falle ist bloss die Rosette, in die sie endigen, mit Wurzeln versehen.

Verkürzte Ausläufer oder sitzende Rosetten sind bei den genannten Arten die Folge eines magern und trockenen Standortes. Sie kommen häufiger bei H. Auricula und einigen Zwischenformen vor, doch mangeln sie auch H. Pilosella nicht. Auf hochalpinen trockenen magern Waiden findet man H. Auricula zuweilen ausschliesslich und H. Pilosella wenigstens in der grossen Mehrzahl mit sitzenden

oder fast sitzenden Rosetten. Von letzterer Art und zwar von der gewöhnlichen Form derselben (H. P. vulgare) sah ich in den Walliser Alpen neben Exemplaren mit längern (bis 1 Fuss) und kürzern Stolonen auch solche mit vollkommen sitzenden Rosetten.

Pflanzen, an denen sich diese exceptionelle Innovation mehrmals wiederholt hatte, besassen ein Rhizom, welches demjenigen von H. glaciale vollkommen analog war. Fig. 15 giebt eine halbschematische Ansicht desselben. I, II, III, IV sind vier Sprosse successiver Generationen, die zusammen den sympodialen Wurzelstock bilden und die aus einander hervorgegangen sind, in gleicher Weise wie die Rosette r, die im folgenden Jahre blühen wird, am Grunde des blühenden Sprosses IV. entspringt.

Nachdem ich die thatsächlichen Verhältnisse, welche der Neuwuchs bei den verschiedenen Formen der Hieracien zeigt, dargelegt habe, gehe ich zu der Frage über, welche systematische Bedeutung demselben zukomme. Wie ich eingangs der letzten Mittheilung bemerkte, wurde nach dem Vorgange von Hegetschweiler, Koch und E. Fries die Innovation beinahe allgemein als Charakter für die Gruppen benützt, und Fries ist selbst geneigt, ihr den ersten Rang unter den Merkmalen anzuweisen.

Ehe ich die angewendeten Diagnosen mit der Wirklichkeit vergleiche, will ich einige allgemeine Bemerkungen über den Werth der Merkmale und die Form ihrer Anwendung vorausgehen lassen.

Eine morphologische Erscheinung kann entweder dazu dienen, um die Natur und Verwandtschaft einer Pflanzenform zu documentiren, oder sie kann als Differentialcharakter

benutzt werden, um die Form von andern Formen zu unterscheiden. Beides fällt zuweilen zusammen, ist aber durchaus nicht identisch. Zwei Beispiele, eines für den ersten und eines für den zweiten Fall, mögen diess erläutern.

Hieracium Pilosella vulgare, H. Hoppeanum und H. Peleterianum haben einköpfige Schäfte, die sich unmittelbar am Grunde verzweigen. Dadurch giebt sich ihre grössere Verwandtschaft unter einander und ihre geringere Verwandtschaft zu den andern Arten kund. Es ist diess zugleich auch der beste Differenzialcharakter, wodurch sich jene drei Formen von den andern Arten unterscheiden, weil er ohne Ausnahme allen Individuen jener zukommt und allen Individuen dieser mangelt.

H. Auricula hat meistens Ausläufer, zuweilen aber sitzende Rosetten. Letztere sind verkürzte Stolonen, die sich unter günstigen Umständen immer entwickeln. H. acutifolium Vill. (H. sphaerocephalum Auct.) hat meistens sitzende Rosetten, selten Ausläufer; jene sind ebenfalls verkürzte Stolonen und sie verlangen nur hinreichend günstige Bedingungen, um ihre Natur zu offenbaren. H. florentinum All. hat immer sitzende Rosetten, welche nie in Ausläufer sich verlängern können; denn sie entwickeln sich bloss zu aufrechten blühenden Stengeln. Diese Eigenschaften charakterisiren vortrefflich die Natur der drei Arten; sie zeigen eine Uebereinstimmung zwischen H. Auricula und H. acutifolium und eine Verschiedenheit dieser beiden Arten gegenüber von H. florentinum. Aber sie sind weniger gut geeignet, um diagnostisch die Arten zu bestimmen. Denn wenn Jemand H. Auricula auf hochalpinen trockenen, magern Standorten mit sitzenden Rosetten oder sehr kurzen Stolonen, wenn er ferner H. acutifolium auf fetten Localitäten der Voralpen mit zoll- bis halbfusslangen Ausläufern gesammelt hätte, so würde er seine Fünde in den Diagnosen „stolonibus elongatis“ für

die erstere, „stolonibus plerumque nullis" für die zweite Art schwerlich erkennen.

Wir sehen an diesem zweiten Beispiel, dem sich aus der Hieracien-Welt und aus andern Gattungen noch viele an die Seite stellen liessen, dass potentiale und wirkliche Eigenschaften sich nicht immer decken. In der Regel hat sich zwar die systematisch-beschreibende Botanik bis jetzt fast bloss an die wirklich vorkommenden Merkmale der wildwachsenden Pflanzen gehalten. Es lässt sich diess rechtfertigen, wenn der Systematiker sich auf einen tiefern Standpunkt stellt und sich bloss das Ziel setzt, die Pflanzen so zu beschreiben, dass der Sammler und Herbarienbesitzer sie zu erkennen und bestimmen vermag.

Aber eine systematische Bearbeitung soll nicht bloss ein Katalog für Pflanzensammlungen sein. Sie muss sich auf einen höhern Standpunkt erheben und sich die Aufgabe stellen, die Natur der Pflanzenformen zu erforschen und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen unter einander klar zu machen. Diess ist nur durch die Berücksichtigung der potentialen Eigenschaften möglich. Die wirklichen Merkmale der Innovation stellen H. acutifolium und H. florentinum zusammen; die potentialen Merkmale zeigen, dass erstere Art näher mit H. Auricula verwandt ist, und diess wird auch durch andere Thatsachen bewiesen, wie z. B. durch die Zwischenformen, welche H. acutifolium und H. Auricula mit einander verbinden.

Das ist nun nach meiner Ansicht der Vorzug, der in den Hieracienbearbeitungen von Fries liegt, dass er die potentialen Eigenschaften berücksichtigt, dass er die Natur der Pflanzenart zu erfassen sucht, ohne sich durch die wirklichen Merkmale auf Abwege führen zu lassen, dass er weniger verwandte Pflanzenformen trotz scheinbar übereinstimmender Charaktere trennt, und Formen mit grösserer Affinität trotz scheinbar abweichender Merkmale vereinigt.

Dem entsprechend halte ich es, wenigstens von dem höhern Standpunkte der Systematik aus, für unverständig, wenn grundsätzlich nur die wirklichen Eigenschaften berücksichtigt werden, wenn der Systematiker nichts davon wissen will, wie sich seine Arten in der Kultur verhalten, ob sie auf künstlichem Wege Bastarde bilden und wie gross die Bastardirungsverwandtschaft zu den verschiedenen nahestehenden Arten sei (vgl. die Mittheilungen vom 15. Decbr. 1865 und 16. Febr. 1866).

Die potentialen Eigenschaften sind eben so gut vorhanden wie die wirklichen. Sie geben uns an, wie weit der Formenkreis bezüglich einer bestimmten Eigenschaft reicht. So wie eine potentiale Eigenschaft wirklich wird, so wird die wirkliche, an deren Stelle sie getreten ist, potential. Der gewöhnlichen Form von H. acutifolium mit sitzenden Rosetten kommen die Ausläufer in potentia zu; der seltenern Form mit Stolonen sind ebenso die sitzenden Rosetten potential zuzuschreiben, denn sie nimmt dieselben an, sowie sie auf einen magern Standort kommt.

Was sich von den potentialen Möglichkeiten in einer Pflanzenform verwirkliche, hängt von den äussern Verhältnissen ab. Wenn sich der Systematiker auf die wirklichen Eigenschaften beschränkt, so hat er nicht die volle Natur der Pflanzenform, sondern ihre durch die zufälligen äussern Verhältnisse beschränkte Erscheinungsweise.

Das lässt sich an dem nämlichen Beispiele deutlich machen. Der Systematiker, der H. acutifolium nur von hochalpinen Standorten kennt, wird es durch „sitzende Rosetten" oder durch „mangelnde Ausläufer" charakterisiren. Ein anderer, der es nur in der Nähe von Sennhütten der Voralpen beobachtet hat, muss es als „ausläufertreibend" beschreiben. Beide sind in ihren Diagnosen unvollständig und drücken nicht die wahre Natur der Pflanze aus. Die erstere Diagnose wäre nicht weniger unvollständig, wenn

H. acutifolium auf seinen natürlichen Standorten bloss mit sitzenden Rosetten vorkäme und wenn die ausläufertreibende Form nur durch die Kultur in Gärten bekannt geworden wäre. Denn es ist für die Natur der Pflanze doch vollkommen gleichgültig, ob ihr die reichlichere Nahrung von einem natürlichen Standorte oder von dem botanischen Garten geboten wird.

Die Nothwendigkeit, die potentialen Merkmale zu berücksichtigen, kann noch von einer andern Seite dargethan werden. Man fängt an, sich ernstlicher die Frage zu stellen, ob gewisse Pflanzen in einer bestimmten Zeit sich verändert haben oder nicht. Später kann diese Frage vielleicht eine ziemliche Bedeutung erlangen, wenn sich mehr Thatsachen zu ihrer Beantwortung darbieten werden. H. acutifolium ist jetzt, wie die Beschreibungen zeigen, in den Herbarien bloss in der ausläuferlosen Form vertreten. Dass es durch Kultur Stolonen treibt, müssen manche Autoren wohl wissen. Aber als Produkt der Kultur erwähnen sie derselben nicht. Es wäre möglich, dass auf den höhern Alpen durch Ueberhandnehmen concurrirender Gewächse oder durch irgend einen andern schädlichen Einfluss H. acutifolium ausstürbe, dass es nur auf den niedern Voralpen übrigbliebe und daselbst vielleicht sogar zunähme. Man würde dann in einer künftigen Zeit die Pflanze nur ausläufertreibend kennen. Man fände sie bei den alten (d. h. den jetzigen) Autoren durch „stolonibus nullis s. brevibus" charakterisirt; in den alten (d. h. den jetzigen) Herbarien wären ebenfalls keine Exemplare mit Stolonen enthalten; denn manche Systematiker sind den kultivirten Exemplaren wenig hold. Man könnte also leicht auf den irrigen Gedanken kommen; die Pflanze habe im Laufe der Jahre ihre Natur geändert.

Ich gebe zu, dass diese Annahme für die genannte Pflanzenart unwahrscheinlich und selbst absurd ist. Für andere Pflanzenarten dagegen, die in weniger besuchten

Ländern wachsen und ein mehr sporadisches Vorkommen zeigen, lässt sich ein solcher Fall wohl denken. Ueberhaupt ist es für eine künftige Geschichte der Arten und constanten Varietäten von der grössten Wichtigkeit, dass die Natur derselben und die Grenzen ihrer Veränderlichkeit genau festgestellt werden; denn nur so wird sich in 50, in 100 und mehr Jahren sicher ermitteln lassen, ob eine Form die nämliche geblieben oder anders geworden ist. Die Constanz lässt sich nämlich, wie von selbst einleuchtet, nicht aus dem Verhalten der wirklichen, sondern nur aus demjenigen der potentialen Eigenschaften ermessen [1]).

Es ist nach dem Vorstehenden kaum nöthig, noch be-

---

1) Um die Natur einer Pflanzenform und die Grenzen ihrer Veränderlichkeit festzustellen, müssen vorzüglich auch Kulturversuche, welche sich an die Beobachtungen auf den natürlichen Standorten anschliessen, gemacht werden. Es ist im höchsten Grade bedauernswerth, dass die unendlich vielen Kulturversuche in den botanischen Gärten für die Kenntniss der Species und constanten Varietäten fast gänzlich verloren sind, wie viel ihnen auch die Morphologie verdankt.

Die Gärten haben sich immer mehr mit Formen bereichert. Aber dieselben sind für die Systematik eher Ballast, als förderndes Material, weil man ihren Ursprung und ihre Geschichte nicht kennt, weil man nicht weiss, was die innern Ursachen, was die äussern Einflüsse und was die hybride Befruchtung dabei gewirkt haben. Desswegen ist mit den fast zahllosen Gartenformen der Hieracien wenig anzufangen und die Abneigung der Systematiker gegen dieselben sehr begreiflich.

Dagegen hat die Kultur einer Form aus andern Gegenden, z. B. aus den Alpen, wenn man deren Ursprung genau kennt, mehr Werth als die Beobachtung auf 10 weitern natürlichen Standorten und diese kultivirten Exemplare verdienen eher eine Stelle im Herbarium als Exemplare von neuen, noch nicht vertretenen Localitäten. Denn die Kulturresultate, verglichen mit der wilden Pflanze, von der sie herstammen, können uns zur Belehrung über ihre Natur Thatsachen an die Hand geben, die wir sonst nirgends erlangen.

sonders zu erklären, dass ich das Vermögen oder die Potentia eines Organismus nur in physischem Sinne auffasse und dass sie für mich nur existirt, wenn sie sich unter bestimmten Umständen verwirklicht. Als potentiale Eigenschaften dürfen somit nur solche angenommen werden, welche beobachtet wurden, oder von denen man sicher sein kann, dass sie in die Erscheinung treten können. Das einzige gültige Kriterium für das Vermögen ist demnach der Kulturversuch.

Es ist aber die Potentia nicht selten auch in naturphilosophischem oder idealem Sinne verstanden und auf Eigenschaften angewendet worden, die sich niemals verwirklichen. Dadurch ist sie bei den Empirikern in Misskredit gekommen. Besser würde man nach meiner Ansicht dieses bloss vorausgesetzte Vermögen ein ideales nennen, und damit zugleich schon bestimmt aussprechen, dass es bloss in der Idee besteht.

Irre ich nicht, so hat sich E. Fries dieser Auffassung bedient, wenn er die Piloselloiden in den Symbolae schlechthin durch „Innovatio herbae per stolones, nunc in rhizoma repens, nunc in caudiculos laterales abeuntes“ charakterisirt, und wenn er von denselben weiterhin sagt: „Innovatio per stolones Pilosellarum gregi propria est; a typo nullius harum speciei aliena. Omnibus stolones in potestate adsunt, licet vulgo deficiant . . . .“ Dass es hier nicht auf die physische Potestas abgesehen ist, geht aus den Bemerkungen hervor, welche Fries in dem nämlichen Buch bei einzelnen Arten der Pilloselloiden macht. So sagt er von H. florentinum stolones numquam edens, von H. hyperboreum stolonibus absolute caret, von H. setigerum radix numquam stolonifera visa, von H. echioides radix non stolonifera, von H. olympicum radix numquam stolonifera visa, bei H. petraeum radix non stolonifera etc. In der That bin ich überzeugt, dass alle Experimente der

Kultur und alle Beobachtungen auf den natürlichen Standorten an mehreren Arten der Piloselloiden niemals Stolonen zu Tage fördern werden, dass ihnen also jedenfalls das physische Vermögen dazu mangelt.

Ich will nun nicht über die Berechtigung streiten, auch von idealen Eigenschaften der Organismen zu sprechen. Aber ich gestehe, dass ich eine wissenschaftliche Methode dafür nicht kenne und ebenso, dass ich den Nutzen davon nicht einsehe. Wenn ich nicht irre, so wird immer dann eine Eigenschaft in der Idee angenommen, wenn sie bei nah verwandten Formen vorhanden ist; sie hat also nur die Bedeutung eines Pleonasmus, um die innige Affinität auszudrücken. Die naturhistorische Kenntniss der Form würde aber nicht vermehrt, wenn man H. florentinum, um seiner Beziehungen zu andern Piloselloiden willen, ideale Stolonen zuschreiben, oder wenn man den Menschen, wegen seiner Verwandtschaft mit den Säugethieren, in potestate geschwänzt nennen wollte[2]).

---

2) Wie in den genannten Fällen den Pflanzen der nämlichen Gruppe in der Idee gemeinsame Eigenschaften, so werden in andern Fällen den Pflanzen verschiedener Gruppen ideale Verschiedenheiten zugeschrieben, die in der Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Daher die ungleiche Terminologie für das gleiche Organ bei verschiedenen Ordnungen und Klassen (z. B. die Frucht bei den Phanerogamen, die Organe der Cryptogamen), da doch nur die wirklich (auch potential) vorhandenen Unterschiede zu einer ungleichen Benennung berechtigen sollten.

Auch bei den Hieracien giebt es Beispiele für ein solches Verfahren. Fries nennt z. B. den Wurzelstock der drei ersten Piloselloidengruppen (Pilosellinen, Auriculinen und Rosellen) Rhizoma, den der vierten Gruppe (Cymellen) Radix. In der Wirklichkeit finde ich keinen Unterschied zwischen dem fast senkrechten „Rhizoma" vieler Exemplare von H. alpicola und der „Radix" von H. florentinum und anderer Cymellen, ebensowenig zwischen dem schiefen „Rhizoma" von H. glaciale und H. Laggeri und der

Mit den der Idee nach existirenden Eigenschaften mag man es also halten wie man will. Aber ein reeller Nachtheil für die Wissenschaft liegt darin, wenn man nicht strenge zwischen wirklichen, zwischen potentialen (im physischen Sinne) und idealen Merkmalen unterscheidet, wenn der Autor den Leser im Zweifel lässt, wie er seine Diagnosen verstanden wissen will.

Diess führt mich auf die Form der Diagnosen; man bestrebt sich noch immer, dieselben in Linnéischer Manier abzufassen. Die kurzen präcisen Differentialcharaktere Linnés haben die Wissenschaft ohne Zweifel sehr gefördert, sie haben das Studium der systematischen Botanik ungemein erleichtert und somit die Pflanzenkenntniss vermehrt. Aber einerseits ist die Erkenntniss der variabeln Formen jetzt auf einen Höhepunkt gelangt, dass für die gehörige Berücksichtigung aller Vorkommnisse einer massgebenden Eigenschaft eine längere Beschreibung erfordert wird. Anderseits verlangt die Wissenschaft, um die Natur einer Pflanzenform richtig darzustellen, nicht bloss die Berücksichtigung der wirklichen, sondern auch der potentialen Merkmale, was sich ebenfalls nicht mit einigen kurzen Ablativen abthun lässt.

Nun hat man sich aber so sehr an die Linné'sche Kürze gewöhnt und die Diagnosen nehmen sich in dieser Form so gut aus, dass man oft ein complizirtes Verhältniss

---

schiefen „Radix" mancher Exemplare von H. cymosum, H. glomeratum etc. Dass kein wirklicher, sondern nur ein idealer Unterschied auch in den Augen von Fries bestehe, ergiebt sich deutlich aus folgender Thatsache. In den Symbolae wurden H. pumilum Lapeyr. und H. petraeum Frivald. bei der Stirps H. cymosi aufgeführt und hatten beide in der Artdiagnose eine „Radix". In der Epicrisis bilden sie mit andern Arten eine besondere Stirps und haben nun, wie diese andern Arten, ein „Rhizoma".

durch ein einziges Wort ausdrückt, indem man alle Beschränkungen und nähern Bestimmungen auslässt. Dadurch werden aber die Diagnosen wahre Orakelsprüche, die man nicht zu enträthseln vermag, und deren Sinn man erst begreift, wenn man die Arbeit des Autors selbst wiederholt hat, d. h. wenn man alle Formen, die er untersuchte, ebenfalls untersucht hat. Ich will als Beispiel die Innovation anführen.

Wenn ich die Piloselloiden, von denen ich bereits gesprochen habe, übergehe, so finden wir bei verschiedenen Autoren die übrigen Gruppen der Hieracien gewöhnlich kurz folgendermassen diagnostizirt:

Aurella. Innovation durch Rosetten.

Pulmonarea. Innovation durch Rosetten.

Accipitrina. Innovation durch geschlossene Knospen.

So einfach und klar diess scheint, so dunkel und vieldeutig ist es. Der Ausdruck „Innovation durch Rosetten" kann nicht weniger als folgende sechs Bedeutungen haben, von denen man nach dem Usus der Autoren zum voraus nicht weiss, welche gemeint ist.

1. Alle zu der betreffenden Gruppe gehörenden Pflanzen bilden ausschliesslich Rosetten (d. h. andere Innovationsformen mangeln).

2. Alle betreffenden Pflanzen bilden Rosetten, aber daneben auch andere Innovationsformen (z. B. geschlossene Knospen).

3. Die Mehrzahl der Pflanzen (sei es die Mehrzahl der Arten, sei es die Mehrzahl der Individuen in den einzelnen Arten) besitzt Rosetten, während die kleinere Zahl auf eine andere Weise innovirt.

4. Alle Pflanzen haben das Vermögen, Rosetten zu bilden; unter ungünstigen Verhältnissen tritt eine andere Innovationsform an deren Stelle.

5. Nur die Mehrzahl der Arten besitzt dieses Vermögen, einigen mangelt es.

6. Die Gruppe besitzt der Idee nach („typisch") Rosetten; wenn sie eine andere Innovationsform zu zeigen scheint, so geschieht es in unächter Weise („spurie").

Man wird zugeben, dass diese Begriffe unter sich verschieden genug sind, sowie auch, dass die Auswahl hinreichend gross ist, obgleich sie sich nur auf die Hauptmodificationen beschränkt. Nichtbotaniker möchten es zwar für unmöglich halten, dass ein einfacher Ausdruck, der nicht etwa bei einem Schriftsteller des Alterthums, sondern in naturwissenschaftlichen Büchern neuesten Datums vorkommt, so vielfacher Auslegung fähig sei. Ich könnte aber aus den Beschreibungen und Diagnosen der Hieracien Dutzende von Beispielen anführen, wo ein ganz absolutes und ohne Beschränkung gebrauchtes Merkmal [3]) bald nach der Analogie der einen, bald der andern der vorhin angeführten 6 Auslegungen gedeutet werden muss. Dabei habe ich durchaus nicht etwa solche Fälle im Auge, wo dem Autor gewisse Verhältnisse verborgen blieben, oder wo er sich sonst geirrt hat, sondern nur solche, wo er wissentlich den unbeschränkten Charakter bald in dem einen, bald in dem andern Sinne brauchte [4]).

---

3) Z. B. pedunculus glandulosus, involucrum pilosum, involucrum farinosum, folia eglandulosa, ligulae glabrae, caulis nudus, squamae (involucri) acuminatae, folia radicalia persistentia etc.

4) Ich rede hier nur von den Beschreibungen der Hieracien, obgleich ich überzeugt bin, dass ähnliche Ungenauigkeiten, wenn auch nicht in dem gleichen Maasse, in andern Gebieten der systematischen Botanik ebenfalls nicht fehlen. Dass der Uebelstand bei den Hieracien besonders hervortritt, rührt zum Theil davon her, dass hier die Formen häufiger in einander übergehen und daher schwieriger zu charakterisiren sind. Uebrigens anerkenne ich, dass

Ein solches Verfahren hat den einzigen Vortheil, den Formenreichthum der Gattung auf dem Papier schön und übersichtlich zu gliedern, ein Vortheil, der mehr als zweifelhaft ist, da das gegebene Schema nicht die Wirklichkeit ausdrückt. Dagegen sind zwei sehr reelle Nachtheile damit verbunden. Einmal wird die Bestimmung der Pflanzen nahezu unmöglich, weil man nicht weiss, was mit der diagnostischen Phrase gemeint ist. Anderseits kann die Kenntniss der Formen nicht den stetigen und sichern Fortschritt machen, den wir in einer empirischen Wissenschaft verlangen.

Der Fortschritt einer empirischen Wissenschaft wird dadurch bedingt, dass ein Beobachter die Resultate seiner Forschung genau darlege. Ein folgender Beobachter kann darauf weiter bauen; er kann die frühern Erfahrungen berichtigen und das thatsächliche Verhalten genauer und vollständiger feststellen. Das ist ihm aber nicht möglich, wenn der Vorgänger seine Beobachtungen in einer unverständlichen und vieldeutigen Phrase niedergelegt hat. Daher kommt es, dass die Kenntniss der Innovation der Hieracien (mit Ausschluss der Piloselloiden) seit Hegetschweiler und Koch sogut wie keine Fortschritte gemacht hat. Die Aurellen und Pulmonareen werden fortwährend durch Rosetten, die Accipitrinen durch Knospen charakterisirt. Es ist nicht anders denkbar, als dass jeder Autor bei den Aurellen und Pulmonareen manche Modificationen und Ausnahmen beobachtet hat; aber sie sind verloren, weil der herrschende Missbrauch ihm erlaubt, den vorwiegenden allgemeinen Eindruck, den ihm seine Beobachtungen zurückgelassen haben, in die allgemeine Phrase „Innovation durch

---

einzelne Autoren bestrebt sind, ihren Diagnosen die möglichste Genauigkeit zu geben, so weit es nämlich die hergebrachte Form der Beschreibungen erlaubt.

Rosetten" zu kleiden. Ohne Zweifel hat jeder Autor, je nach dem Material, das er untersuchte, unter diesem nämlichen Ausdruck etwas anderes verstanden. Was es aber sei, ist der Kritik unzugänglich; und die Wissenschaft muss, wenn es sich um die Kenntniss der Innovationsformen bei den verschiedenen Gruppen und Arten handelt, grösstentheils von vorn anfangen [5]).

Ich will zuerst die systematische Bedeutung der Innovation bei den Piloselloiden besprechen, da dieselben ein

---

5) Ich habe bereits bemerkt, dass es sich bei den Hieracien mit andern Merkmalen eben so verhält. Die Floristen werden zwar entgegnen, dass ihnen der Raum mangle, um alle Ausnahmen zu berücksichtigen und um die verschiedenen Nüancen, denen die Verbreitung eines Merkmals fähig ist, auszudrücken, weil dadurch die Diagnosen doppelt und dreifach so lang würden. Indessen könnte ein kleiner Zusatz den Uebelstand schon sehr vermindern, wenn z. B. dem Charakter „mit Ausläufern" je nach Umständen beigefügt würde „immer", „fast ausnahmslos", „meistens", „häufig", „mit Ausnahme einer hochalpinen Varietät", „auf fruchtbarem Boden", „mit Ausschluss allzu trockener Localitäten" u. dgl. Allerdings könnte es der Fall sein, dass alle Merkmale einer Diagnose solche Beisätze bekämen, und die Diagnose wäre weniger präsentabel, dafür aber richtiger und brauchbarer.

Bei den Monographen kann der Grund, dass eine richtige und vollständige Darlegung des Befundes zu weit führen würde, nicht massgebend sein. Denn es ist doch das Wenigste, nach jahrelanger mühsamer Arbeit auch noch die Zeit und das Papier aufzuwenden, um die Resultate dieser Arbeit genau und für die Wissenschaft fruchtbringend zu fixiren. Ich glaube, dass es vorzüglich die Rücksicht auf den hergebrachten Usus ist, welche lieber die Wahrheit mit einem weiten Mantel drapirt, als in einer complizirten und verclausulirten Phrase mit allen ihren Blössen preisgiebt.

eigenthümliches Verhalten zeigen. Der vollständige Charakter für die ganze Gruppe ist folgender:

Innovation selten ausschliesslich durch geschlossene Knospen, meistens durch bewurzelte, sitzende oder gestielte Rosetten (letztere am Ende von Stolonen), unterhalb welcher sich öfter kleine geschlossene Knospen und oberhalb welcher sich zuweilen unbewurzelte blühende oder sterile Stolonen befinden.

Sollte es zweijährige Piloselloiden geben, wie Fries vermuthet, so müsste diess noch in den Charakter aufgenommen werden. Allein die Thatsache scheint mir sehr zweifelhaft zu sein.

Die mit geschlossenen Knospen überwinternden Piloselloiden sind mir nicht aus eigener Anschauung bekannt. Ich kann daher nichts über dieselben aussagen. Was die übrigen betrifft, so sind die Untergruppen und die Arten bis jetzt durch folgende Differenzen in der Innovation diagnostizirt worden:

a) mit sitzenden Rosetten;
b) mit Rosetten, die auf schiefen unterirdischen Stolonen etwas vom Stengel entfernt stehen (z. B. H. cymosum bei Fries);
c) mit (nicht bewurzelten) Flagellen (z. B. H. praealtum bei Fries, Grenier etc.);
d) mit (bewurzelten) Stolonen. Zuweilen werden dieselben als beschuppte und beblätterte unterschieden.

In diesen Merkmalen kömnen aber nicht die spezifischen Differenzen begründet sein. Denn man findet in der gleichen Varietät, selbst bei den Pflanzen, die von Einem Individuum herstammen, ja am nämlichen Pflanzenstock folgende Innovationsformen vereinigt:

1) sitzende Rosetten und Stolonen;
2) sitzende Rosetten und Flagellen;

3) sitzende Rosetten und auf unterirdischen Stielen stehende;
4) Stolonen und Flagellen;
5) Flagellen und Rosetten, welche auf unterirdischen Stielen stehen;
6) beschuppte und beblätterte Stolonen.

Diess sind die wirklich beobachteten Fälle. Wenn ich nicht irre, kommen auch Stolonen zugleich mit Rosetten vor, welche vom Stengel entfernt auf unterirdischen Stielen stehen, womit alle Combinationen der Vereinigung erschöpft sind.

Die systematische Verwendung der Innovationsformen muss also auf einem andern Wege gesucht werden. Nach meinen bisherigen Untersuchungen lassen sich zunächst folgende zwei Hauptmodificationen unterscheiden.

a) Jede Pflanze hat sitzende Rosetten oder bewurzelte Stolonen, die in eine Rosette endigen. Die sitzenden Rosetten haben ohne Ausnahme das Vermögen, in bewurzelte Stolonen auszuwachsen; ausserdem können die obersten Rosetten auch in unbewurzelte (blühende oder sterile) Stolonen sich verlängern.

b) Jede Pflanze hat sitzende Rosetten, welche bloss in aufrechte Stengel auswachsen. Bewurzelte Stolonen mangeln. Dagegen können ausser den sitzenden Rosetten auch solche vorkommen, die auf schiefen unterirdischen Stielen stehen, und über den sitzenden Rosetten können unbewurzelte Stolonen auftreten, welche in einen Blüthenstand oder steril endigen, oder welche mit der Spitze sich auf die Erde legen und eine bewurzelte Rosette bilden.

Die Verschiedenheit zwischen den beiden Gruppen von Arten besteht eigentlich nur darin, dass die erstere ohne

Ausnahme bewurzelte Stolonen zu bilden vermag, während dieses Vermögen der zweiten mangelt. Hat eine Form auf einer Localität bloss sitzende Rosetten, so mag es auf den ersten Blick zweifelhaft sein, ob sie zu der ersten oder zweiten Gruppe gehöre. Allein man wird, wenn sie der ersten beizuzählen ist, nach einigem Herumsuchen auf dem Standort immer einige kurze Stolonen finden. Ausserdem giebt die Kultur sichern Aufschluss.

Es ist auch zu bemerken, dass Pflanzenformen mit sitzenden Rosetten aus der ersten Gruppe einen Stengel bilden, der am Grunde gebogen (aufsteigend) ist, während bei den Pflanzen der zweiten Gruppe der Stengel ohne Ausnahme am Grunde gerade (aufrecht) ist. Ebenso zeigt sich das Rhizom fast durchgängig bei beiden Gruppen verschieden. Bei der ersten ist es verlängert und kriechend, wenn aus Stolonen hervorgegangen; verkürzt, aber horizontal oder schief-horizontal, wenn aus Rosetten entstanden. Bei der zweiten Gruppe dagegen ist es vertikal oder schief-vertikal. In den meisten Fällen lässt das Rhizom sogleich erkennen, ob eine Pflanze der ersten oder zweiten Gruppe angehört. Es giebt jedoch einzelne Ausnahmen; so können z. B. Pflanzen der zweiten Gruppe durch die unterirdischen Stiele der Rosetten zuweilen ein schief-horizontales Rhizom bekommen[6]).

---

6) Nach den Beobachtungen Juratzka's, deren in der letzten Mittheilung erwähnt wurde, käme noch der Unterschied hinzu, dass die zweite Gruppe Adventivknospen auf den Nebenwurzeln zu bilden vermag, während dieses Vermögen der ersten Gruppe mangelt. Ich habe diese Erscheinung nicht in die Diagnose aufgenommen, weil ich sie noch nicht auffinden konnte. Bei den Arten der zweiten Gruppe habe ich ausser den sitzenden Rosetten bloss solche gesehen, deren Stiele an tiefer liegenden Theilen des Rhizoms angeheftet sind und somit aus Adventivknospen entsprungen zu sein scheinen.

Zu der ersten Gruppe gehören die Hauptarten H. Pilosella Lin., H. Auricula Lin., H. glaciale Lach., H. aurantiacum Lin., H. pratense Tausch. nebst den Zwischenarten H. auriculaeforme Fr., H. acutifolium Vill. (H. sphaerocephalum Froel.), H. stoloniflorum W. K. (H. versicolor Fr.), H. flagellare Rchb. (H. stoloniflorum Auct.), H. fuscum Vill. etc.

Zu der zweiten Gruppe gehören die Hauptarten H. florentinum All. mit H. praealtum Vill., H. cymosum Lin., H. sabinum Seb. Maur.

Die Zwischenformen zwischen den Arten der ersten und zweiten Gruppe sind natürlich rücksichtlich ihrer Innovation unbestimmt und veränderlich. Nicht selten bietet uns die Uebergangsreihe zwischen zwei Arten zwei Hauptformen dar, von denen die eine sich rücksichtlich ihrer Innovation wie die erste, die andere wie die zweite Gruppe verhält (so z. B. die Reihe zwischen H. Pilosella und H. praealtum).

Innerhalb der beiden Gruppen, welche durch die Innovation bestimmt sind, giebt es rücksichtlich dieses Merkmals noch andere specifische Unterschiede. Es würde aber zu weit führen, wenn ich auf diese ziemlich subtilen Dinge hier eintreten wollte.

Alle übrigen europäischen Hieracien (mit Ausschluss der Piloselloiden) innoviren mit geschlossenen Knospen

---

Nach meiner Vermuthung sind es indess nicht Adventivknospen, sondern wirkliche Axillarknospen, die sich spät entwickeln.

Auffallender Weise spricht Juratzka nicht von dieser Erscheinung. Oder sollte er irrigerweise die unterirdischen Stiele (Stolonen) für Nebenwurzeln angesehen haben, mit denen sie oft einige Aehnlichkeit zeigen? Adventivknospen auf ächten Wurzeln kommen zwar bei holzigen Pflanzen zuweilen vor, bei krautartigen dürften sie zu den Seltenheiten gehören.

oder mit Rosetten. Der Unterschied gegenüber den Piloselloiden besteht nur darin, dass die eine Innovationsform (durch Stolonen), welche vielen Piloselloiden dem Vermögen nach zukommt, ganz mangelt.

Was die systematische Bedeutung der Innovationsmerkmale betrifft, so ist vor Allem festzustellen, dass die bisherigen Gruppen

a) mit Rosetten (Aurellen und Pulmonareen)

b) mit geschlossenen Knospen (Accipitrinen)

wenigstens in dieser Form unhaltbar sind. Denn, wie ich gezeigt habe, überwintert

1) manche Form der Accipitrinen in dem einen Jahr bloss mit geschlossenen Knospen, in einem andern mit zahlreichen Rosetten, die aus den Knospen sich vorzeitig entwickelten;

2) überwintert manche Form der Aurellen und Pulmonareen unter gewissen Umständen (die von Localität, Klima nnd Witterung abhängen) mit Rosetten und Knospen, unter andern bloss mit Knospen;

3) giebt es Arten, welche rücksichtlich der Innovation dergestalt in der Mitte stehen, dass man sie mit gleichem Rechte dem einen oder dem andern Typus zutheilen kann.

Sehen wir von diesen mittleren Bildungen einstweilen ganz ab und berücksichtigen wir bloss diejenigen Arten der Aurellen und Pulmonareen einerseits sowie der Accipitrinen anderseits, welche am meisten in der Innovation von einander abweichen, — so könnten wir die beiden Gruppen etwa folgendermassen charakterisiren.

a) Jede Pflanze hat entweder dichtgedrungene Rosetten und unterhalb derselben meist einzelne kleine geschlossene Knospen, oder sie hat ausschliesslich Knospen, von denen alle klein oder die obern von mittlerer Grösse sind.

b) Jede Pflanze hat grosse geschlossene Kno-

spen, von denen die obern in lockere Rosetten entwickelt sein können.

Nach diesen Charakteren dürften die Formen mit ausgesprochener Innovationsform wie H. murorum, H. alpinum, H. amplexicaule etc., ferner H. umbellatum, H. boreale etc. immer sicher zu erkennen sein. Wir haben dabei auf folgende drei Punkte vorzüglich zu achten:

1) sind die Knospen der ersten Gruppe viel kleiner, als die der zweiten;

2) wachsen die Knospen der ersten Gruppe sehr ungleichmässig, die obern nämlich viel rascher als die untern, während bei der zweiten Gruppe die Knospen am nämlichen Rhizom mehr eine gleiche Grösse zeigen;

3) entfalten sich die Knospen der ersten Gruppe, besonders die obern, viel rascher als die der zweiten Gruppe, wesswegen die erste Gruppe im Herbste meistens Rosetten besitzt, während die zweite es in der Regel nicht dazu bringt.

Bei Berücksichtigung dieser Verhältnisse lassen sich zuweilen Innovationen unterscheiden, die einander sehr ähnlich sind, so z. B. diejenigen von H. vulgatum Fr. und H. tridentatum Fr., von denen das erstere zuweilen bloss geschlossene Knospen hat wie das zweite oder das zweite Rosetten wie das erste. Ich untersuchte Ende Oktober 1864 die Innovation beider Arten auf einer Localität in der Nähe von München. Beiden mangelten die Blätterbüschel vollständig. Aber bei H. tridentatum waren alle Knospen fast gleich und überschritten die Länge von 10 Millimetern nicht, während sie bei H. vulgatum an dem gleichen Rhizom von den kleinsten Anfängen bis zu 15 Millimetern Länge variirten. Bei der ersten Art befanden sich die Knospen (in der Zahl von 3—5) ziemlich in gleicher Höhe am Wurzelstock, bei der zweiten standen sie höher und tiefer und zeigten eine sehr ungleiche Entwickelung. Wäre

die Entwickelung etwas weiter fortgeschritten, so hätten sich bei H. vulgatum einzelne kleine Rosetten gebildet, während H. tridentatum bloss noch Knospen besessen hätte[7]).

Wenn aber auch viele Arten nach der emendirten Form des Differentialcharakters sich ziemlich sicher in die beiden durch die Innovation bestimmten Gruppen sondern lassen, so giebt es andere, die immer noch mit gleichem Rechte zu der einen und der andern gestellt werden können. Schon aus diesem Grunde wird die Benützung der Innovation zur Unterscheidung der Gattungssectionen misslich.

Der Hauptgrund aber, warum ich die Innovation als Merkmal für die Sectionen verwerfen muss, liegt darin, dass eine consequente Durchführung zu unnatürlichen Anordnungen führt. Während H. glaucum, H. villosum, H. murorum mit H. vulgatum der Innovation nach zur ersten Gruppe gehören, müssen einige Formen, die ihrer Verwandschaft nach den genannten Arten sehr nahe stehen, zum Theil selbst nicht einmal spezifisch verschieden sein dürften, zur zweiten Gruppe gestellt werden[8]).

---

7) Ich bemerke noch, dass eine Verwechslung von H. tridentatum und H. vulgatum nicht möglich war, indem beide noch einzelne Blüthenköpfe hatten. Uebrigens hat der Autor der beiden Arten, E. Fries, die Pflanzen von der nämlichen Localität im Herbarium boicum untersucht und approbirt.

8) Christener hat in den „Hieracien der Schweiz" H. valdepilosum Vill. zu den Accipitrinen gestellt, weil es, wie die Kultur zeige, mit grundständigen Knospen überwintere. Fries ist diesem Beispiel in den „Hieracia europaea exsiccata" gefolgt. Früher schon hatte Grenier (Flore de France) die nämliche Versetzung vollzogen, aber es ist mir zweifelhaft, ob er genau die nämliche Pflanze unter dem gleichen Namen verstanden hat.

Was die Pflanze der Schweizeralpen betrifft, so wurde sie sonst zu den Aurellen gestellt und dorthin gehört sie offenbar ihrer Verwandtschaft nach. Solange man alle ächten Hieracien in Aurellen,

Wenn auch die Innovation nicht dazu geeignet ist, die Hauptabtheilungen der Gattung Hieracium zu trennen, so darf sie doch als Merkmal nicht verworfen werden. Sie ist vortrefflich geeignet, um kleinere Gruppen von Species, oder auch nur einzelne Species und constante Varietäten zu charakterisiren, nicht sowohl, um als Unterscheidungsmerkmal beim Bestimmen zu dienen, als um die Natur der Pflanze und ihre Verwandtschaft feststellen zu helfen.

Als Unterscheidungsmerkmal ist die Innovation schon desswegen wenig geeignet, weil sie nur schwer ermittelt werden kann. Im Herbste, unmittelbar vor dem Einwintern, ist es meist unmöglich, die Standorte zu besuchen, wenn sie sich nicht zufällig in der Nähe befinden. Ferner sind die Pflanzen, weil sie verblüht und die Stengel abgestorben sind, oft schwer zu finden und zu erkennen. Ueberdem reicht eine einzige Beobachtung nicht aus; man muss die Pflanzen wiederholt und in verschiedenen Jahren gesehen haben.

Die Untersuchung der Innovation muss daher an Exemplaren, die man im Garten kultivirt, ausgeführt werden, eine Bedingung, die nur von wenigen Beobachtern erfüllt werden kann. Ich wäre wohl nie dazu gekommen, eine klare Einsicht über die Bedeutung der Innovation zu erlangen, wenn mir nicht eine grosse Zahl kultivirter Arten zu Gebot gestanden hätte. Aber obgleich sich gegenwärtig im Münchner Garten über 300 Sätze von Hieracien befinden, und ich alle im Herbst 1864, im Frühjahr 1865 und im Herbst 1866 auf den Neuwuchs untersucht und

Pulmonâreen und Accipitrinen theilt, sollte man nach meiner Ansicht H. valdepilosum bei den Aurellen lassen, wo auch noch andere Formen mit Knospen überwintern.

verglichen habe, bin ich rücksichtlich mehrerer Formen doch noch im Unklaren [9]).

---

9) Ich habe in dem Vorstehenden immer nur von den Herbstbeobachtungen gesprochen; und zwar desswegen, weil die Beobachtungen im Frühjahr kein anderes Resultat geben und dabei im Ganzen schwieriger und zweifelhafter ausfallen.

Die Untersuchungen im Herbst sind leichter und sicherer, weil die Veränderungen in der Pflanze im Allgemeinen langsamer vor sich gehen und weil man eine versäumte, eine unvollständige oder eine zweifelhafte Beobachtung immer noch wiederholen kann. Im Frühjahr beginnt die Entwickelung oft früh, selbst zu einer Zeit, wo der Boden noch periodisch von Schnee bedeckt ist, und sie geht verhältnissmässig rasch von statten. Man ist daher nie sicher, ob man noch den Winterzustand oder schon eine Veränderung desselben vor sich habe. Ebenso zeigt uns jede folgende Beobachtung, die etwa um einen Zweifel zu heben oder um etwas zu berichtigen wiederholt wird, einen noch weiter veränderten und somit noch weniger brauchbaren Zustand.

Doch sind die Beobachtungen im Frühjahr, wenn sie mit denen im Herbste verglichen werden, nicht ohne Interesse. Ich will die Ergebnisse meiner Wahrnehmungen kurz zusammenfassen.

1. Man erkennt bei den Aurellen, Pulmonareen und Accipitrinen noch ziemlich spät im Frühjahr, ob die Rosetten aus überwinternden Knospen oder vorjährigen Rosetten hervorgegangen sind. Im erstern Falle bestehen sie bloss aus frischen Laubblättern und haben auch (sofern es Accipitrinen sind) die schuppenförmigen Niederblätter noch. Im letztern Falle haben sie einige alte, wohl auch halb verfaulte Laubblätter, und die Schuppen mangeln in der Regel. — Ich konnte nach diesen Merkmalen Ende April und Anfang Mai 1865 noch deutlich wahrnehmen, dass manche Aurellen und Pulmonareen bloss mit Knospen, manche Accipitrinen mit reichlichen Rosetten überwintert hatten.

2. Die Unterscheidung von dichten Rosetten (die vielen Aurellen und Pulmonareen eigenthümlich sind) und lockeren Rosetten (welche die meisten Accipitrinen charakterisiren) ist im Frühjahr leichter als im Herbste.

3. Die Thatsache, dass die obern Knospen am Rhizom sich rascher entwickeln als die untern, giebt sich im Frühjahr gleich-

Aus diesen Gründen bin ich der Ansicht, dass die Innovation, soweit wir sie jetzt kennen, nicht ein Merkmal ist, nach welchem die Hieracien sich bestimmen lassen, wohl aber eine Eigenschaft, die uns wichtige Fingerzeige über die Beziehungen der Formen zu einander giebt. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass es sich nicht in der hergebrachten Manier um die Anwesenheit von Rosetten oder Gemmen, sondern darum handelt, wie die Gemmen und die Rosetten gebaut sind, in welcher Weise und in welchen Zeitverhältnissen sich die einen zu den andern entfalten. Andeutungen hiefür habe ich in der letzten Mittheilung gegeben; es handelt sich vorzüglich um die Art und Weise, wie die Niederblatt-, Laubblatt- und Hochblattbildung an einem Spross erfolgt, in welchem Maasse die Streckung der verschiedenen Internodien eintritt, welche Entwickelungsstadien der ganze beblätterte Spross durchläuft und welche Zeitdauer dafür erfordert wird, endlich wie die Entfaltung der Axillarknospen am ganzen Spross

---

falls noch deutlicher kund. Auch bemerkt man, dass die untersten Knospen oft gar nicht zur Entwickelung gelangen, also mehrere Vegetationsperioden latent bleiben. — Bei den Piloselloiden treten die untern Axillarknospen, welche im Herbste oft winzig klein sind, deutlicher hervor. Auch bei dieser Gruppe beobachtet man sehr schön, dass einzelne Triebe im Frühjahr aus Knospen hervorgehen.

4. Die Frühjahrstriebe, welche aus Winterrosetten entstanden sind, tragen häufig an ihrem Grunde eine oder mehrere kleine geschlossene Knospen. Bei den Accipitrinen sind es meistens 3—5, bei den Aurellen und Pulmonareen oft nur 1, aber nicht über 2. Dieselben bleiben unter normalen Verhältnissen, während der nächsten Vegetationsperiode latent. Wenn aber, was bei jeder der drei Gruppen eintreffen kann, der Trieb in seinem obern Theile im Winter abgestorben und in seinem unteren Theile lebenskräftig geblieben ist, so wachsen diese kleinen Knospen im Frühjahr zu Sprossen aus, die im Sommer blühen.

vor sich geht. Die Innovation ist als Glied der ganzen Entwickelung und im Verhältniss zu den verschiedenen möglichen Formen dieser Entwickelung aufzufassen und dafür der genaue Ausdruck zu finden.

Ich bin vollkommen mit Fries einverstanden, wenn er mit Bezug auf andere Erscheinungen in der Geschichte der Hieracienkunde sagt: „non novis nominibus sed novis observationibus opus est". Aber ich füge mit besonderer Rücksicht auf die Diagnostik hinzu: non novis sed exactis observationibus et exactis earum descriptionibus opus est.

Erklärung der Tafel.

(S. Beilage zum vorigen Hefte. 1866. II. 3.)

I, II, III, IV bezeichnen die auf einander folgenden Sprossgenerationen. Die schraffirten Stengel sind abgestorben. Alle Figuren sind halbschematisch.

1, 2. Hieracium cymosum Lin. mit einer sitzenden und mehreren gestielten Rosetten. s . . . s Erdoberfläche.

3, 4, 5, 6. H. murorum Lin. Var. mit Rosetten und geschlossenen Knospen. r Rosetten. g Knospen.

7. H. murorum Lin. Var. mit kleinen geschlossenen Knospen (g). Die obersten zwei sind vertrocknet (g^1).

8, 9. H. praealtum Vill. Var. obscurum, mit 1 und 2 Rosetten (r und s), und mit kleinen geschlossenen Knospen (g).

10, 11, 12. H. vulgatum Fr. g geschlossene Knospen; s auswachsende Knospe; r Rosette.

13. H. murorum Lin., im Geröll gewachsen, mit einer winzigen Rosette (r), einer auswachsenden Knospe (s), und mit geschlossenen Knospen, die höher (g) und tiefer (h) am Rhizom stehen.

14. H. Sendtneri Näg. mit grössern (g) und kleinern (h) geschlossenen Knospen.

15. H. Pilosella Lin. Var. vulgare aus den Alpen, mit einer sitzenden Rosette (r) und einem nach Art von H. glaciale gebauten Wurzelstocke.

Herr Nägeli spricht ferner:

„Ueber die Entstehung und das Wachsthum der Wurzeln bei den Gefässcryptogamen."

In den Jahren 1864—1866 wurden von Herrn Prof. Leitgeb, der sich zweimal mit Urlaub in München befand, und mir gemeinsam mikroskopische Untersuchungen über die Entstehung und das Wachsthum der Wurzeln bei den Gefässpflanzen angestellt. Nachdem dieselben im September dieses Jahres zum Abschluss gelangt sind, theile ich die wichtigsten Ergebnisse betreffend die Gefässcryptogamen hier vorläufig mit. Eine weitläufigere durch zahlreiche Tafeln erläuterte Darstellung wird später im vierten Heft meiner Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik veröffentlicht werden.

Ich beginne mit einer Pflanze, welche wie alle andern Gefässpflanzen in der Erde wurzelt, ohne dass sie merkwürdiger Weise Wurzeln besitzt. Es ist die Gattung Psilotum. Ehe ich diese Verhältnisse erörtere, dürfte es zweckmässig sein, eine Bemerkung über das, was man unter Wurzel versteht, einzuschalten.

Es gab eine Zeit, wo man so ziemlich alle unterirdischen Theile einer Pflanze, Wurzeln nannte, und wo man ausserdem einige oberirdische Theile, die offenbar mit den unterirdischen grosse Analogie zeigen, ebenfalls als Wurzeln bezeichnete. Indessen erkannte man, dass die unterirdischen Theile morphologisch ungleichwerthig sind und dass die einen derselben die grösste Aehnlichkeit mit dem Stengel und den Aesten besitzen, indem sie ebenfalls Blätter und in deren Achseln Knospen bilden. Man beschränkte also den Begriff der Wurzel auf die übrigen Organe, welche keine Blätter und Axillarknospen tragen.

Es war wohl nicht gerechtfertigt, die Benennung, die bis-

her für eine Kategorie von Dingen gegolten hatte, auf einmal bloss für einen Theil derselben anzuwenden. Desswegen hat auch die botanische Terminologie im Leben sich keine Geltung verschaffen können. Der Landwirth und der Gärtner nennen immer noch alle unterirdischen Organe zusammen die Wurzel. Die Agrikulturchemie folgt diesem Beispiel, und selbst mancher Systematiker bedient sich in seinen Pflanzenbeschreibungen noch des Wortes Radix in der alten Bedeutung.

Die botanische Terminologie hat, indem sie den Begriff der Wurzel veränderte, einen Fehler begangen, der von der einseitigen morphologischen Wissenschaft später noch öfter wiederholt worden ist. Man bedachte nicht, dass die unterirdischen Theile einer Pflanze zusammen ein Ganzes bilden, das den oberirdischen entgegengesetzt ist, zwar nicht morphologisch aber doch physiologisch; — dass man daher den unterirdischen Theilen nicht ihren Namen nehmen durfte, ohne ihnen einen andern zu geben. Denn dieser Name, wenn er auch für die Pflanzenbeschreibungen nicht nothwendig ist, kann doch im praktischen Leben und bei physiologischen Erörterungen nicht entbehrt werden.

Das einzig Rationelle wäre gewesen, dem Ausdrucke Wurzel die hergebrachte, in der Wissenschaft und im Leben eingebürgerte Bedeutung zu lassen, und für die Theile, die man morphologisch unterschied, eine neue Benennung zu wählen. Die Missachtung dieser einfachen logischen Forderung führte den unvermeidlichen Uebelstand herbei, dass nun Wurzel für zwei verschiedene Begriffe gebraucht wird; und dieser Uebelstand wird wohl dauern, solange die Botanik an ihrer Terminologie festhält. Das Ungereimte des jetzigen Verfahrens wird recht handgreiflich, wenn man, wie bei Psilotum, auf eine Pflanze trifft, die, wie ich schon sagte, in der Erde wurzelt, ohne „Wurzeln" zu besitzen, — die ein Organ besitzt, welches in seinen physiologischen Funktionen sich wie eine Wurzel verhält, welches nach unten

wächst, welches das Aussehen und den Bau einer Wurzel hat, welches zur Befestigung und Nahrungsaufnahme dient, aber nicht „Wurzel“ genannt werden darf, weil es morphologisch einen andern Charakter trägt.

Das Charakteristische der morphologischen Wurzel besteht nun darin, dass ihr Vegetationskegel von einer Wurzelhaube bedeckt ist, dass sie keine Blattanlagen erzeugt, und dass sie wohl immer im Innern des Gewebes entsteht. Andere Unterschiede, sei es im Bau, sei es in der Wachsthumsrichtung, sei es in der Funktion, existiren nicht, oder haben nur für gewisse Fälle Geltung. Damit soll nicht geleugnet werden, dass die morphologische Wurzel ein sehr ausgeprägtes und von den übrigen Theilen des Pflanzenstockes wesentlich verschiedenes Organ sei. Ich will nur hervorheben, dass sie sich bloss durch wenige, vielleicht durch ein einziges überall gültiges Merkmal zu erkennen giebt, wie diess übrigens auch bei den andern morphologischen Begriffen z. B. beim „Blatt“ der Fall ist, welches sich ebenfalls weder durch den Bau, noch durch die Form, noch durch das Wachsthum, noch durch die Funktion vom Stengel unterscheidet [1]).

---

1) Die Benennung Blatt hat eine ähnliche Geschichte wie die Benennung Wurzel. Im täglichen Leben, wie früher in der Wissenschaft, versteht man darunter die grünen Blätter; es ist diess zugleich ein sehr wichtiger und markirter physiologischer Begriff. Die Botanik fand nun, dass mit den grünen Blättern in gewissen morphologischen Beziehungen verschiedene andere Organe übereinstimmen, welche im äussern Ansehen, in der innern Structur und in den Verrichtungen nicht die geringste Aehnlichkeit mit ihnen besitzen. In Folge dessen trug man den Ausdruck „Blatt“ auf alle diese Organe, sie mögen Schuppen, Warzen, Stacheln oder Ranken sein, über, statt wie es wohl richtiger und praktischer gewesen wäre, für den neuen Begriff des morphologischen Blattes auch eine neue Benennung etwa „Phyllom“ aufzustellen. So kommt es, dass Blatt selbst in der Wissenschaft eine doppelte Bedeutung hat, die allgemeine in der

Betrachten wir nun die unterirdischen Theile von Psilotum etwas näher. Dieselben können dem äussern Ansehen nach nicht von denen der andern Gefässpflanzen unterschieden werden. Man sieht ferner ebenfalls, dass sie aus zwei verschiedenen Organen bestehen und man glaubt daher, wie bei so vielen krautartigen Gewächsen Verzweigungen des Wurzelstockes und ächte Wurzeln (im morphologischen Sinne) vor sich zu haben. Eine genauere mikroskopische Untersuchung weist aber nach, dass alle unterirdischen Theile Verzweigungen des Wurzelstockes sind. Ich will daher die einen als die gewöhnlichen, die andern als die wurzelähnlichen Rhizomsprosse bezeichnen.

Die gewöhnlichen Sprosse des Wurzelstockes sind etwas stärker; sie haben eine mehr oberflächliche Lage. Mit Hülfe der Lupe bemerkt man an ihren Spitzen einzelne winzige „Blätter" von weisslicher Farbe und pfriemlicher Gestalt. Mit Rücksicht auf ihre anatomische Structur bestehen diese Rhizomsprosse aus einer parenchymatischen Rinde und einem centralen marklosen Gefässcylinder, in welchem ein Kreis von 3 oder mehreren getrennten Gefässgruppen (Vasalsträngen) sich befindet.

Die wurzelähnlichen Rhizomsprosse sind etwas schmächtiger und haben im Allgemeinen eine tiefere Lage. An ihren mehr gestutzten Enden lassen sich auch mit Hülfe des Vergrösserungsglases nie blattartige Organe erkennen. In dem centralen marklosen Gefässcylinder sind die Gefässe in eine einzige den Mittelpunkt einnehmende Gruppe vereinigt.

Dass die gewöhnlichen Sprosse des Rhizoms Stengelorgane im morphologischen Sinne sind, sieht man schon deut-

---

Morphologie und die beschränkte als grünes Blatt in der Physiologie und in der Systematik, wo Folium den Gegensatz von Bractea, Squama, Palea etc. bildet.

lich aus dem Umstande, dass einzelne derselben schief nach oben wachsen und dann aufsteigend in oberirdische mit grünen Blättern besetzte Stengel sich verlängern. Dass die wurzelähnlichen Sprosse die gleiche morphologische Bedeutung haben, wird schon durch die mit blossem Auge zu beobachtende Thatsache sicher angedeutet, dass einzelne derselben, statt wie gewöhnlich abwärts zu wachsen, mit ihren Spitzen sich schief empor richten, dass sie dabei an Dicke zunehmen und in gewöhnliche Rhizomsprosse sich umwandeln. Dem entsprechend findet man nicht selten gewöhnliche Rhizomsprosse, welche in ihrem untern Theile das Aussehen und den Bau der wurzelähnlichen Sprosse mit einer einzigen Gefässgruppe im Mittelpunkt des Gefässcylinders zeigen.

Diese Andeutungen werden durch die Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte bestätigt. Erstlich ist hervorzuheben, dass den wurzelähnlichen Rhizomsprossen das Hauptmerkmal der morphologischen Wurzeln, nämlich die Wurzelhaube mangelt. Ihr Scheitelwachsthum ist ganz das nämliche wie bei den gewöhnlichen Wurzelsprossen und bei den oberirdischen Stengeln der gleichen Pflanze. An dem nackten Scheitel beobachtet man die Scheitelzelle, welche sich, wie bei den übrigen Gefässcryptogamen und bei den Moosen, durch schiefe Wände, die nach verschiedenen Richtungen alterniren, theilt.

Eine zweite eben so wichtige Thatsache ist die, dass die wurzelähnlichen Rhizomsprosse, wenn auch nicht winzige reduzirte „Blätter“ wie die gewöhnlichen Sprosse, doch zahlreiche Blattanlagen besitzen. Aber diese Anlagen bestehen bloss aus wenigen Zellen, die nicht über die Oberfläche hervorragen sondern im Gewebe versteckt bleiben. Man erkennt sie am besten im Längsschnitt, wo sie aus einer Scheitelzelle und aus 2—5 Zellen in der nämlichen charakteristischen Anordnung wie um die Scheitelzelle des Sprosses bestehen. Solche wenigzellige Blattanlagen kommen in gleicher

Menge auch an den gewöhnlichen Rhizomsprossen vor; hier aber entwickeln sich einzelne weiter. Erst wenn die gewöhnlichen Sprosse des Wurzelstockes an die Erdoberfläche treten, so bildet sich die Mehrzahl der Anlagen oder auch alle zu deutlich sichtbaren Blättern aus.

Diese Beobachtung ist auch desshalb bemerkenswerth, weil sie wohl den ersten Fall darbietet, wo das Vorhandensein von „Blättern“ als Zellgruppen, die nicht über das Gewebe des Stengels vortreten, nachgewiesen werden kann. Die Morphologie nimmt zwar nicht selten an, dass an gewissen Stellen, namentlich in den Blüthen, einzelne Blätter oder ganze Blattkreise verkümmert seien, ohne eine Spur ihres Daseins zu hinterlassen. Thatsächliche Beweise für solche Annahmen mangeln bis jetzt. Es dürfte vielleicht auch da bei wiederholten Untersuchungen gelingen, Zellencomplexe aufzufinden, welche die wirkliche Anwesenheit der supponirten Organe darthun.

Die wurzelähnlichen Rhizomsprosse sind also mit Rücksicht auf die zwei entscheidenden Merkmale (Mangel der Wurzelhaube und Anwesenheit von Blattanlagen) ganz sicher Stengelorgane. Sie können im morphologischen Sinne keine Wurzeln sein. Es ist von keinem grossen Belange, weitere Analogien zwischen ihnen und den gewöhnlichen Rhizomsprossen aufzuzählen. Doch mag zur Erhärtung der grossen Verwandtschaft angeführt werden, dass beide in allen wichtigen Erscheinungen des Wachsthums vollkommen übereinstimmen, so namentlich auch darin, dass sie die Verzweigungsanlagen in der nämlichen Weise bilden. Es wird nämlich, wie bei der Entstehung der Blätter, aus einer der Scheitelzelle zunächst liegenden Zelle durch eine schiefe Scheidewand eine Zelle abgeschnitten, welche der Anfang des neuen Sprosses ist.

Die Uebereinstimmung, welche die wurzelähnlichen Rhizomsprosse mit den ächten Wurzeln anderer Pflanzen haben,

besteht darin, dass sie das nämliche Bestreben zeigen, nach unten zu wachsen, dass sie die gleichen Funktionen vollführen, und dass sie eine ähnliche Tendenz haben, die Gefässe auf einem möglichst kleinen Querschnitt in der Axe des Organs zu vereinigen.

Wir lernen somit den morphologischen Stengel in einer neuen Modifikation kennen, welche noch eine Stufe tiefer steht als die Niederblattregion der übrigen Gefässpflanzen und welche man wohl mit dem Namen Rhizoid bezeichnen könnte. Das ganze Stammgerüste von Psilotum besteht aus 4 Regionen:

1) Die blattlose oder Rhizoid-Region. Die Sprosse sind unterirdisch, bloss mit wenigzelligen nicht vortretenden Blattanlagen versehen, wachsen nach unten und functioniren wie Wurzeln.

2) Die Niederblattregion. Die Sprosse sind unterirdisch, mit spärlichen und winzigen Niederblättern an den Enden; sie wachsen im Allgemeinen horizontal.

3) Die Laubblattregion. Die Sprosse erheben sich aufrecht über die Erde und sind mit grössern grünen Blättern besetzt.

4) Die Hochblatt- oder Fruchtregion.

Die Sprosse der Rhizoid- und Niederblattregion bilden eine unterirdische, abwärts sich ausbreitende und verzweigende Krone, die Sprosse der Laubblatt- und Hochblattregion bilden die oberirdische Krone.

Ein Analogon zu Psilotum bietet uns die verwandte Gattung Selaginella. Zwar besitzen alle Selaginellen ächte Wurzeln (in morphologischem Sinne); und viele haben keine andern abwärts wachsenden Organe als die ächten Wurzeln. Indessen giebt es einige Arten (es gehören dazu S. hortensis, S. Martensii etc.), welche zwischen dem Stämmchen und den Wurzeln ein eigenthümliches Organ einschieben. Wir haben es Wurzelträger genannt.

Die Wurzelträger entspringen zu zwei an den Gabeltheilungen des Stämmchens, einer an der obern, einer an der untern Seite, so dass sie also opponirt sind. Meistens jedoch mangelt der eine derselben und zwar bald der untere, bald der obere. Die Wurzelträger haben ganz das Aussehen der Wurzeln, sie wachsen nach unten, sind bleich (oder auch roth gefärbt) und blattlos. Dass es jedoch keine eigentlichen Wurzeln im morphologischen Sinne sind, geht vornehmlich aus der Thatsache hervor, dass ihnen die Wurzelhaube mangelt. Sie wachsen wie die Spitze des Stämmchens mit einer unbedeckten Scheitelzelle, welche sich ebenfalls durch alternirend rechts- und linksgeneigte Wände theilt. Auch ist bemerkenswerth, dass sie unmittelbar am Scheitel des Stämmchens fast gleichzeitig mit der Gabeltheilung des letztern entstehen.

Die Wurzelträger sind bald unverzweigt, bald theilen sie sich einmal oder mehrmals gabelig. Wenn sie die Erde mit ihren Enden berühren, so schwellen diese kopfförmig an, wobei das Gewebe aufgelockert und die Zellwandungen dick und gallertartig werden. Zugleich entwickeln sich die eigentlichen Wurzeln, die schon vor einiger Zeit im Innern der Trägerenden angelegt wurden und jetzt das aufgelockerte Gewebe durchbrechen.

Offenbar ist der Wurzelträger von Selaginella morphologisch das nämliche Organ wie die wurzelähnlichen Rhizomsprosse von Psilotum und somit ebenfalls als Rhizoid zu bezeichnen. Von den Wurzeln der gleichen Species unterscheidet er sich durch den Mangel der Wurzelhaube somit durch ein anderes Scheitelwachsthum, und dadurch dass er nicht im Innern des Gewebes angelegt wird, somit durch eine andere Entstehungsweise. Ob die Wurzelträger, wie das Rhizoid von Psilotum, Blattanlagen besitze, konnten wir wegen der Kleinheit der Zellen und wegen des frühen

Aufhörens der Theilung in der Scheitelzelle nicht mit Gewissheit ermitteln.

Wenn auch der Wurzelträger von Selaginella die gleiche morphologische Bedeutung hat, wie das Rhizoid von Psilotum, so stimmen beide Organe doch nicht in ihren Verrichtungen überein. Denn der erstere betheiligt sich bei der Aufnahme der mineralischen Nährstoffe in keiner Weise. Er hat nur die Funktion, Wurzeln zu bilden, dieselben mit dem Stämmchen in Communikation zu setzen und vielleicht auch bis zu dem Zeitpunkt, wo die Wurzeln sich entwickeln, tropfbar flüssiges Wasser aufzunehmen.

Ein Hauptvorwurf unserer Untersuchungen war das Wachsthum der Gefässcryptogamen-Wurzeln. Sie beziehen sich auf Equisetum, die Polypodiaceen, Marsilia, Lycopodium, Selaginella und Isoëtes.

Ich muss sogleich bemerken, dass sich darunter zwei ziemlich scharfgeschiedene und charakteristische Typen unterscheiden lassen. Dem einen gehören Equisetum, die Polypodiaceen und Marsilia, dem andern Lycopodium, Selaginella und Isoëtes an. Man könnte sie nach dem in die Augen fallendsten Merkmal, mit welchem offenbar die andern mehr oder weniger innig zusammenhängen, die monopodial-getheilten und die gabelig-getheilten nennen. Die erstern zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie theils wegen der Grösse ihrer Zellen, theils wegen besonderer Eigenthümlichkeiten des Wachsthums leicht zu studiren sind und ohne besondere Mühe sichere Resultate geben, während die letztern der Untersuchung die grössten Schwierigkeiten darbieten.

Bei allen ohne Ausnahme findet das Scheitelwachsthum

durch eine Scheitelzelle von pyramidaler Form statt. Dieselbe theilt sich durch schiefe mit ihren Seitenflächen parallele Wände, wodurch Segmente abgeschnitten werden, und durch quere, zur Wurzelachse rechtwinklige Wände, wodurch Kappen abgeschnitten werden. Die Segmente bilden den Wurzelträger, die Kappen die Wurzelhaube[2]).

Die Bildungsgeschichte der Wurzelhaube ist bei der ersten Gruppe (Equisetum, Polypodiaceen, Marsilia) vollkommen klar. Von der Fläche betrachtet (auf Querschnitten durch die Wurzelspitze), sieht man, dass die ziemlich rundliche primäre Kappenzelle („Kappenmutterzelle") zuerst durch Kreuztheilung in 4 Quadranten zerfällt. Von hier an wird die Zellentheilung mit jeder folgenden Generation weniger constant. Der nächste Schritt besteht zwar in der ungeheuren Mehrzahl der Fälle darin, dass jeder Quadrant durch zwei Theilungen in eine die innere Ecke einnehmende und zwei äussere Zellen zerfällt. Doch giebt es hievon schon einzelne Ausnahmen. — In der Regel findet man also in diesem Stadium 4 durch eine kreuzweise Wand geschiedene Zellen, welche um das Centrum gelagert sind und von 8 Zellen umschlossen werden. Jene 4 Zellen theilen sich zuweilen nicht weiter und sind dann auch noch in den spätern Stadien zu erkennen. Gewöhnlich aber erfolgt weitere Zellenbildung in allen Zellen, wobei man in günstigen Fällen noch längere Zeit das centrale Kreuz wahrnimmt. — Mit Rücksicht auf die Lage der ersten Kreuztheilung in der Kappe, bemerke ich noch, dass dieselbe in den auf einander folgenden Kappen regelmässig alternirt. Es hat also das erste

2) Hofmeister hatte früher angenommen, dass die Scheitelzelle der Wurzeln bei den Gefässcryptogamen sich bloss durch Querwände theile, welche abwechselnd dem Wurzelkörper und der Wurzelhaube genähert seien und somit dem einen und dem andern neue Glieder beifügen. Er hat diese Annahme für einige Fälle geändert. Sie ist aber sicher für alle zu verwerfen.

Kreuz die gleiche Lage mit dem dritten und schneidet das zweite unter einem Winkel von 45°.

Betrachtet man die Wurzelhaube auf Längsschnitten der Wurzelspitze, so sieht man die übereinander liegenden Kappen derselben und bemerkt, dass dieselben in der Mitte stärker in die Dicke wachsen als an den Seiten. Es strecken sich also die mittlern Zellen einer Kappe in der Richtung der Wurzelachse. Dabei kommt es zuweilen vor, dass sie sich theilen und dass die Kappe in der Mitte zweischichtig wird. Sie kann auch gänzlich in zwei Schichten zerfallen, wobei die Mitte gewöhnlich drei- und vierschichtig wird.

Von der zweiten Gruppe (Lycopodium, Selaginella, Isoëtes) konnten wir trotz aller Mühe bloss so viel herausbringen, dass die Entwickelungsgeschichte der Wurzelhaube möglicher Weise die nämliche ist, indem nichts beobachtet wurde, was mit der ersten Gruppe im Widerspruche wäre. Einzelne Zustände konnten als identisch nachgewiesen werden.

Eine wichtige Verschiedenheit zwischen den beiden Gruppen besteht aber in der Form und Theilung der Scheitelzelle. Dieselbe ist bei den monopodial-getheilten Wurzeln (Equisetum, Polypodiaceen, Marsilia) im Querschnitt dreieckig und gleichseitig. Die Divergenz der schiefen Wände beträgt, da diese den Seitenflächen parallel sind, 120°. Die Segmentspirale ist meistens rechtsläufig. Die Segmente liegen in drei Längsreihen. Auf die Bildung von je 3 Segmenten folgt in der Regel die Bildung einer Kappe. Zuweilen indess tritt die Kappenbildung auch schon nach der Entstehung von bloss 2 Segmenten ein.

Eine besondere Sorgfalt und ein ungewöhnlicher Zeitaufwand wurde auf die Scheitelzelle der gabelspaltigen Wurzeln (Lycopodium, Selaginella, Isoëtes) verwendet. Der Erfolg war ein verhältnissmässig geringer. Soviel ist jedoch sicher, dass eine Scheitelzelle vorhanden ist und dass sie im Querschnitte keine dreieckige Gestalt zeigt. Ohne

Zweifel ist sie zweiseitig und bei Lycopodium vielleicht auch vierseitig, so dass die Segmente in zwei oder vier Längsreihen liegen.

Die Entstehung des Wurzelkörpers aus den Segmentzellen lässt sich bei den monopodial-getheilten Wurzeln sehr schön verfolgen. Die dreieckig-tafelförmigen Segmente, von denen eines den dritten Theil des Querschnittes einnimmt, theilen sich zuerst durch eine radiale Längswand in zwei ungleiche Hälften. Der Querschnitt der Wurzel zeigt nun 6 Zellen (Sextanten), von denen drei sich im Centrum berühren, während die drei andern nicht ganz bis zum Mittelpunkt reichen. Jede dieser 6 Zellen theilt sich dann durch eine tangentiale (mit der Oberfläche parallel laufende) Wand in eine innere und eine äussere Zelle. Die innere Zelle gehört dem Cambiumcylinder an, der also, mit Rücksicht auf den einzelnen Querschnitt, aus 6 um den Mittelpunkt herum liegenden Zellen entsteht, während die 6 äussern Zellen die Anlage für die Rinde darstellen.

Verfolgen wir nun zuerst die Entstehung der Rinde. Die primären Rindenzellen, welche in der Zahl von 6 den jungen Cambiumcylinder umlagern, können sich, im Querschnitte der Wurzel gesehen, in doppelter Weise theilen. Ist die Wurzel dazu bestimmt eine beträchtlichere Dicke zu erreichen, so wächst auch der junge Cambiumcylinder rasch an. Dadurch wird der Ring der 6 primären Rindenzellen auf einen grössern Durchmesser ausgedehnt, und in Folge dessen theilen sich dieselben, entweder alle oder nur die einen, durch radiale Längswände. In den dünnern Wurzeln unterbleibt diese Theilung.

Die Zahl der primären Rindenzellen, welche den Cambiumcylinder ringförmig umschliessen, beträgt somit schliesslich in den verschiedenen Wurzeln 6 bis 12. Dieselben theilen sich je durch eine tangentiale (mit der Oberfläche parallele) Längswand.

Der Querschnitt zeigt uns jetzt den Cambiumcylinder von zwei concentrischen Zellschichten umschlossen. Der innere Ring ist die Anlage für die Rinde, der äussere für die Epidermis. Die Zellen des äussern Ringes theilen sich in den meisten Fällen nicht mehr tangential. Die Epidermis bleibt einschichtig. Sie vermehrt ihre Zellenzahl bloss durch Wände, welche die Oberfläche rechtwinklig berühren, also durch radiale Längswände und durch Querwände.

Bei einigen Filices dagegen (Polypodium, Blechnum, Cystopteris) theilen sich die Zellen des äussern Ringes alsbald nach ihrer Entstehung durch eine tangentiale Wand in eine äussere und eine innere Zelle. Die Epidermis ist zweischichtig geworden; die Wurzel besitzt eine äussere und eine innere Epidermis. Beide bleiben fortwährend einander ähnlich; beide vermehren ihre Zellenzahl ziemlich in dem nämlichen Maasse [3]).

Der einfache Zellenring zwischen Epidermis und Cambiumcylinder, theilt seine Zellen zunächst durch eine tangentiale Wand, und zerfällt somit in zwei ringförmige Zellschichten. Aus der äussern entwickelt sich die äussere, aus der innern die innere Rinde. Jene kann im ausgewachsenen Zustande aus 1—5, diese aus 1—8 concentrischen Zellschichten bestehen.

3) Der Ausdruck Epidermis wurde hier in morphologischem Sinne genommen. In diesem Sinne nennen wir Epidermis die Zellschichte, welche in der Spitze der Wurzel (sowie des Stammes und des Blattes) nach Anlage des Cambiumcylinders (und Markes) von dem umgebenden Zellenringe nach aussen abgeschieden wird, und alles, was aus dieser Zellschichte hervorgeht. Die Epidermis wäre demnach allerdings meistens einschichtig, allein sie könnte auch zwei und mehrschichtig sein. — Passender indess und mit dem Sprachgebrauch übereinstimmender möchte wohl sein, immer bloss die äusserste Schicht Epidermis zu nennen und, wo eine oder mehrere Schichten hinzukommen, die den gleichen Ursprung haben, dieselben mit einem besondern Namen (etwa Endodermis) zu bezeichnen.

Diese beiden Rindentheile, die durch die Anlage scharf geschieden sind, geben sich auch in ihrem fernern Verhalten durch verschiedene Eigenthümlichkeiten als besondere Gebilde zu erkennen. So geschieht die Zellentheilung durch tangentiale Wände, wodurch die concentrischen Schichten vermehrt werden, in der äussern Rinde in centrifugaler, in der innern Rinde in centripetaler Folge, so dass also in jener die äussersten, in dieser die innersten Zellen die jüngsten sind. Die radialen Längswände dagegen, wodurch die Zellenzahl in einer concentrischen Schicht vermehrt wird, bilden sich in der ganzen Rinde von aussen nach innen, so dass in jüngern Stadien, wo die Zellen noch in radiale Reihen geordnet sind, diese Reihen sich nach aussen dichotomisch theilen.

Ein anderer Unterschied zwischen äusserer und innerer Rinde besteht ferner darin, dass die Zellen der erstern schon frühe ungeordnet erscheinen, indem namentlich die ursprünglich sichtbaren radialen Reihen gänzlich undeutlich werden, während die Zellen der innern Rinde noch längere Zeit eine regelmässige Anordnung in radiale Reihen und concentrische Ringe zeigen. In manchen Wurzeln ist dieser Gegensatz zeitlebens sichtbar.

Eine merkwürdige Verschiedenheit zeigt sich endlich darin, dass in der innern Rinde häufig intercellulare Luftgänge auftreten, welche der äussern Rinde immer mangeln. Diese Luftgänge sind, wie die Zellen selber, in radiale und concentrische Reihen geordnet, und vereinigen sich in den Wurzeln von Equisetum späterhin durch Zerreissen der Zellen. Die innersten Luftgänge befinden sich zwischen dem innersten und zweitinnersten Zellenring der innern Rinde, die äussersten zwischen dem äussersten Zellenring der innern und dem innersten der äussern Rinde. Die letztern vergrössern sich bei Marsilia stark und vereinigen sich mit den nächstfolgenden. Man beobachtet nun auf dem Querschnitt der Wurzel einen Kreis von grossen Luftgängen, welche mit

den äussersten Zellen der innern Rinde alterniren. Diese Zellen werden in radialer Richtung verlängert, und jede theilt sich in eine radiale Reihe von 2—4 Zellen, wobei die Scheidewände in centrifugaler Richtung sich folgen.

Diese Unterschiede zwischen äusserer und innerer Rinde gelten in aller Strenge für die Wurzeln von Equisetum und Marsilia, während die Wurzeln der Farne sich etwas abweichend verhalten. Zwar zeigen manche derselben an ausgewachsenen Wurzeln ebenfalls zwei verschiedene Rindentheile und es entsteht die ganze Rinde ebenfalls aus zwei ursprünglichen einfachen Zellenringen, von denen der äussere ein vorzugsweise centrifugales, der innere ein vorzugsweise centripetales Dickenwachsthum einleitet. Allein es ist nach unsern Beobachtungen nicht sicher, ob die Grenze der beiden Rindentheile im ausgewachsenen Zustande mit der Scheidewand, durch welche die primären Rindenzellen in zwei hintereinander liegende Zellen zerfielen, genau zusammentrifft.

Auch sind die Unterschiede zwischen den beiden ausgewachsenen Rindentheilen bei den Farnen anderer Art. Der innere besteht nämlich aus dickwandigen und langen, der äussere aus dünnwandigen und kurzen Zellen. Dabei ist der innere oft kleinmaschiger als der äussere, indem seine Zellen sich länger theilten. In beiden Beziehungen macht jedoch die innerste Zellschicht der innern Rinde eine Ausnahme, indem sie zartwandig und von den radialen Theilungen der übrigen Schichten verschont bleibt. Diese spätern radialen Theilungen in der innern Rinde folgen vorzugsweise in centrifugaler Richtung auf einander, im Gegensatz zu den frühern, welche centripetal verliefen.

Die Entwicklungsgeschichte des Cambiumcylinders zeigt uns bei den monopodial-verzweigten Wurzeln zwei Typen. Dem einen folgt Equisetum, dem andern die Filices und Marsilia. In der ersten Anlage besteht bei Allen, wie bereits gesagt wurde, der Cambiumcylinder auf dem Quer-

schnitte aus 6 Zellen, welche dem innern Theil der Sextanten entsprechen. Drei dieser 6 primären Cambiumzellen berühren sich im Mittelpunkt der Wurzel. Dieselben theilen sich bei Equisetum zunächst je durch eine tangentiale ziemlich halbirende Wand in eine innere und eine äussere Zelle, so dass der Querschnitt des Cambiumcylinders jetzt aus 9 Zellen, 3 inneren und 6 äusseren besteht. Jene theilen sich häufig nicht weiter; jedenfalls bleibt eine derselben immer ungetheilt. Dieselbe vergrössert sich rasch, und wird zum centralen weiten Gefäss, das man in allen ausgewachsenen Wurzeln (mit Ausnahme der allerdünnsten) beobachtet. In den 6 äussern Zellen beginnt ein Theilungsprocess, welcher vorzugsweise durch schiefe Wände vor sich geht und im Ganzen einen centrifugalen Charakter hat. In Folge dessen sind zuletzt die äussersten Zellen des Cambiumcylinders am kleinsten.

Bei den Filices und Marsilia theilen sich alle 6 primären Cambiumzellen gleichzeitig durch eine tangentiale Wand in zwei ungleiche Zellen. Die äussere von ziemlich schmal tafelförmiger Gestalt bildet die Anlage für ein eigenthümliches Gewebe, welches wir das Pericambium genannt haben, und welches das eigentliche Cambium als 1, 2 oder auch 3 schichtiger Mantel umhüllt. Die 6 primären Pericambiumzellen theilen sich auf dem Querschnitt der Wurzel zunächst ein- oder mehrmal durch radiale Wände, worauf tangentiale und radiale Wände abwechseln können. Die Pericambiumzellen der ausgewachsenen Wurzeln unterscheiden sich von den Zellen des eigentlichen Gefässcylinders durch ihre dünnen Wandungen und durch den schleimig-granulösen Inhalt. Auf dem Querschnitt übertreffen sie die Zellen des Gefässcylinders meistens beträchtlich an Grösse, während sie auf dem Längsschnitt durch ihre Kürze sich auffallend vor den angrenzenden Zellen der Rinde und des Gefässcylinders auszeichnen.

Das eigentliche, innerhalb des Pericambiums gelegene Cambium besteht anfänglich aus 6 Zellen, welche sich in ähnlicher Weise theilen wie die 6 primären Cambiumzellen bei Equisetum. Auch hier schreitet der Theilungsprocess, welcher, auf dem Querschnitt der Wurzel beobachtet, durch radiale, tangentiale und schiefe Wände stattfindet, vorzugsweise in centrifugaler Richtung fort. Wenn die Theilung aufgehört hat, sind die peripherischen Zellen bedeutend kleiner als die innersten.

Die Gefässbildung beginnt in allen monopodial-verzweigten Wurzeln in den äussersten Zellen des eigentlichen Cambiums. Bei Equisetum grenzen daher die ersten Gefässe unmittelbar an die innerste Rindenschicht, bei den Filices und Marsilia dagegen an das Pericambium. Diese ersten Gefässe, welche die „primordialen Stränge" darstellen, befinden sich meist auf zwei diametral gegenüber liegenden Punkten, zuweilen auf 3 gleichmässig über den Umfang vertheilten Punkten. Im letztern Falle beträgt der Abstand zwischen je zweien 120°. Es kommt auch vor, dass von den 3 Primordialsträngen einer ausfällt; die zwei übrigbleibenden sind dann so gestellt, dass die Abstände nahezu 120° und 240° betragen. Seltener treten die ersten Gefässe an 4 kreuzweis gestellten Punkten auf.

Die Gefässbildung, die je mit einem einzigen Gefäss beginnt, schreitet zuweilen zuerst nach rechts und links fort, so dass sich 2—5 tangential neben einander liegende Gefässe bilden. Nachher verläuft sie in centripetaler Richtung. Sie kann aber auch von dem ersten Gefäss aus sogleich sich nach dem Mittelpunkt wenden, wodurch sich eine einfache radiale Reihe von Gefässen bildet. Sie kann in dünnen Wurzeln mit dem ersten Gefäss schon zu Ende gehen, so dass die Primordialstränge nur je aus einem einzigen Gefäss bestehen. — Im Centrum des Gefässcylinders befinden sich 1 oder

mehrere weite Gefässe, welche erst spät verholzen. In den allerdünnsten Wurzeln mangeln sie.

Gleichzeitig mit dem ersten Sichtbarwerden der primordialen Vasalstränge treten zwischen denselben und in alternirender Stellung mit ihnen dickwandige kleinmaschige Zellgruppen auf. Sie gehören dem Bastkörper (Phloëm) des Gefässcylinders an, und grenzen ebenfalls entweder unmittelbar an die innere Rinde oder an das Pericambium. Die Ausbildung dieser Phloëmstränge geht ebenfalls von aussen nach innen.

Die morphologische Deutung der verschiedenen Elemente eines Gefässcylinders, d. h. ihre genetische Beziehung zu den ursprünglichen Zellen des Cambiumcylinders lässt sich nur an dünnen und sehr einfach gebauten Wurzeln ermitteln. Es ergiebt sich dabei als allgemeines Resultat, dass die Umbildung der Cambiumzellen in Gefässe und in Bastzellen nicht nach morphologischen sondern nach physiologischen Gesichtspunkten erfolgt.

Die physiologischen Ursachen bedingen eine gleichmässige Vertheilung über den Querschnitt, die morphologischen Ursachen dagegen würden Zellen, welche im Aufbau des Organs die gleiche Rolle spielen, ein analoges weiteres Verhalten zuweisen. Wenn drei primordiale Gefässgruppen und drei damit alternirende Phloëmstränge regelmässig über den Umfang des Cambiumcylinders vertheilt sind, so haben die gleichnamigen Gewebetheile auch die gleiche morphologische Bedeutung. Diese Fälle lassen daher die Frage unentschieden. Sind dagegen zwei opponirte oder vier ins Kreuz gestellte Primordialstränge vorhanden, so müssen sie morphologisch ungleichwerthig sein. Denn der Cambiumcylinder entsteht aus 3 grösseren Sextantenzellen, welche sich im Centrum berühren, und aus 3 kleineren Sextantenzellen, welche nicht bis zum Mittelpunkt reichen und die gewöhnlich mit den drei erstern regelmässig alterniren. Hat eine

Wurzel opponirte Gefässgruppen, so ist eine davon aus einem grössern, die andere aus einem kleineren Sextanten entstanden; und ebenso verhält es sich mit den damit ins Kreuz gestellten Baststrängen. In ganz dünnen Wurzeln, wo sich im Ganzen bloss zwei Gefässe ausbilden, die einander gegenüber liegen, lässt sich mit Bestimmtheit nachweisen, dass das eine davon einem ungetheilten kleinen Sextanten, das andere dagegen der äussern Hälfte eines einmal getheilten grössern Sextanten entspricht. In etwas dickern Wurzeln entstehen die beiden ersten oder einzigen Primordialgefässe aus Zellen späterer Generationen, die durch ein oder mehrmalige Theilung aus den genannten zwei Zellen (nämlich aus einer kleineren Sextantenzelle und der äusseren Tochterzelle einer grösseren Sextantenzelle) hervorgegangen sind.

Die gabeltheiligen Wurzeln (von Lycopodium, Selaginella, Isoëtes) unterscheiden sich, wie bereits angegeben wurde von den monopodial-verzweigten einmal dadurch, dass von der Scheitelzelle nicht nach 3, sondern nach 2 und vielleicht auch nach 4 Richtungen Segmente abgeschnitten werden. Ein anderer Unterschied besteht darin, dass in den gabeltheiligen Wurzeln die Segmente sehr rasch anwachsen und durch wiederholte Theilungen in sehr reichzellige Complexe sich umwandeln, ferner dass die Theilungen der Scheitelzelle sehr bald aufhören, indess die intercalaren Theilungen noch lange andauern und somit fast ausschliesslich das Längenwachsthum bedingen. Die natürliche Folge dieses Verhaltens ist, dass die Theilungsvorgänge in der Scheitelzelle und in den Segmenten nur mit der grössten Mühe und auch dann nur unvollständig und unsicher ermittelt werden können, obgleich die zwei- und vierzeilige Anordnung der Segmente für die Untersuchung viel günstiger wäre als die dreizeilige [4]).

---

4) Bei den monopodial-verzweigten Wurzeln dauert das Scheitel-

Gänzlich unklar sind uns die Theilungsvorgänge in den Segmenten und das Verhalten der spätern Gewebepartieen zu den Segmenten geblieben. Selbst bei Isoëtes, wo die Zustände etwas deutlicher sind, liess sich die Entwicklungsgeschichte mit vollkommener Sicherheit nur bis dahin zurückführen, wo Epidermis, äussere Rinde und innere Rinde je als eine einfache Schicht und der Cambiumcylinder als ungetheilte Zelle auftreten. Letzteres ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache. In den Wurzeln mit dreiseitiger Scheitelzelle besteht die erste Anlage des Cambiumcylinders aus 6, in einzelnen Fällen vielleicht auch bloss aus 3 Zellen, jedenfalls aber nicht aus weniger, da er von 3 Segmenten abstammt. Die einzellige Anlage des Cambiumcylinders bei Isoëtes beweist uns, dass er hier nur von einem Segment erzeugt wird. Die in zwei Zeilen befindlichen Segmente sind nämlich alternirend ungleich gross, so dass alle grösseren zusammen eine senkrechte Reihe bilden, ebenso die kleineren. Jene liegen auf der äussern (dem Schwesterzweige der Dichotomie abgekehrten) diese auf der innern (zugekehrten) Seite der Gabelzweige. Der Cambiumcylinder gehört der grössern Segmentreihe an.

Die Anordnung der Zellen in den jüngsten und ein-

---

wachsthum unbegrenzt; man findet an der Spitze derselben immer eine theilungsfähige Scheitelzelle. Ferner ist das Wachsthum der Scheitelzelle entweder demjenigen der Segmente an Intensität gleich oder wird nur wenig von demselben übertroffen; und mit dem Wachsthum hält die Theilung gleichen Schritt. Es ist daher die Scheitelzelle von einer beträchtlichen Zahl von Segmenten umgeben, welche von den ersten Anfängen aus allmählich an Grösse zunehmen und dem entsprechend auch stufenweise mehr Wände zeigen. Dadurch sind Scheitelzelle und Segmente immer leicht kenntlich und das Studium der Entwicklungsgeschichte findet in jeder Wurzelspitze die nöthigen Anhaltspunkte, um zu entscheiden, wie die spätern Stadien aus den frühern hervorgehen.

fachsten Wurzeln spricht dafür, dass ein grösseres Segment, das im Querschnitt der Wurzel halbkreisförmig erscheint, sich zunächst in drei Zellen theile, von denen die beiden seitlichen eine dreieckige, kreisausschnittähnliche Gestalt haben, die mittlere das Centrum berührende Zelle aber von viereckiger Form ist. Die letztere theilt sich durch eine tangentiale Wand in eine äussere und eine innere Zelle, von denen die letztere die Anlage des Cambiumcylinders ist. Ganz auf die nämliche Weise scheint sich das kleinere Segment in 3 Zellen zu theilen, so dass der Cambiumcylinder von 6 Zellen umschlossen wird. Gemäss seiner Entstehungsweise ist er anfänglich viereckig, später wird er sechseckig.

Nach der Anordnung der Zellen ist es ferner sehr wahrscheinlich, dass die 6 den Cambiumcylinder ursprünglich umgebenden Zellen zunächst in eine äussere und in eine innere Zellschicht zerfallen. Jene wird zur Epidermis, diese theilt sich abermals concentrisch und bildet dadurch die einschichtigen Anlagen der äussern und innern Rinde. Durch weitere tangentiale Theilungen verwandeln sich diese einschichtigen Anlagen jede in mehrere Zellschichten, wobei der Zellenbildungsprozess in der innern Rinde deutlich einen centripetalen Verlauf hat.

Entsprechend der Thatsache, dass der Querschnitt aus zwei ungleichen Segmenten entsteht, zeigt er auch fortwährend eine ungleichseitige Ausbildung. Namentlich wächst die innere Rinde auf der Seite des stärkeren Segments viel lebhafter als auf der gegenüberliegenden. Schon sehr früh bilden sich in der innern Rinde luftführende Intercellularräume, und zwar in centripetaler Folge. Dieselben vereinigen sich dann in radialer Richtung, und später verwandeln sie sich in der stärkeren Hälfte der Wurzel durch Zerreissen der Zellen zu einer einzigen grossen Luftlücke, die sich durch starkes Flächenwachsthum der äussern Rinde bedeutend aus-

dehnt. In dieser grossen Höhlung ist der Gefässcylinder auf der einen Seite wandständig.

In den Wurzeln von Lycopodium beobachtet man hinter der Scheitelzelle ein ziemlich grossmaschiges Meristem, welches durch ungleiche Theilungen in den kleinzelligen Cambiumcylinder und die grösserzellige Rinde zerfällt. Doch ist keine deutliche Grenze zwischen den beiden Geweben erkennbar. Der Zellenbildungsprozess in der Rinde hört, auf dem Querschnitt gesehen, von aussen nach innen auf; die tangentialen und radial-senkrechten Theilungen dauern in dem innern Theil länger an und erzeugen eine kleinmaschige innere Rinde. Die Quertheilungen dagegen treten in der äussern Rinde häufiger ein, so dass auf Längsschnitten ihre Zellen auch viel kürzer sind als die engen prosenchymatischen Zellen der innern Rinde.

Später beginnt in der Rinde ein Verdickungsprozess der Zellwandungen, welcher die 2 oder 3 innersten Schichten unberührt lässt, von hier aus in centrifugaler Richtung fortschreitet und allmählich die ganze Rinde ergreift. Doch verdicken sich die Membranen der innern Rinde viel stärker als die der äussern. Zuletzt löst sich die äussere Rinde von der innern durch Zerreissung der Zellen los; und ebenso trennt sich die innere Rinde von dem Gefässcylinder, indem ihre unverdickt gebliebenen 2—3 innersten Zellschichten zerrissen werden.

Der Cambiumcylinder hat in den Wurzeln von Lycopodium eine bedeutende Mächtigkeit. Am Umfange desselben sondern sich mehrere (z. B. 6—8) gleichmässig vertheilte, hellere Stellen aus, welche sich centripetal zu Radien verlängern und in der Mitte sich in verschiedener Weise vereinigen. Sie bestehen aus wasserhellen nicht mehr theilungsfähigen Zellen, indess die seitwärts gelegenen mit trübem Inhalte gefüllten Cambiumzellen sich noch theilen. Am äussern Rande jeder dieser hellen Stellen beginnt in der

Mitte die Gefässbildung, welche zuerst tangential nach rechts und nach links, nachher in centripetaler Richtung fortschreitet. Es bildet sich also zunächst eine Querreihe von 8—12 Gefässen, auf welche dann in unmittelbarer Berührung eine zweite und dritte folgen kann. Dann entstehen, indem der Verholzungsprocess nach innen fortschreitet, abwechselnd Holzzellen und Gefässe.

Gleichzeitig mit dem ersten Sichtbarwerden der primordialen Gefässgruppen beobachtet man alternirend mit denselben und nur sehr wenig weiter einwärts gelegene Gruppen von kleinen, dickwandigen Zellen, welche als Bastzellen zu bezeichnen sind. Auch dieser Verholzungsprozess schreitet nach dem Centrum hin fort und bildet somit, abwechselnd mit den Xylemstrahlen, eben so viele Phloëmstrahlen. Wenn derselbe schon ziemlich weit vorgerückt ist, so beginnt die Verholzung auch an der Aussenseite der Phloëmstrahlen; sie geht hier nach aussen und nach beiden Seiten und bedeckt auch die primordialen Vasalgruppen mit einer oder zwei Schichten von dickwandigen Zellen.

In den Wurzeln von Selaginella und Isoëtes beginnt die Gefässbildung nur an einem einzigen Punkte, welcher an der Peripherie des Cambiumcylinders oder innerhalb derselben gelegen ist, und geht von da nach dem Mittelpunkt. Der primordiale Vasalstrang liegt in den Gabelzweigen auf der innern (dem Schwesterzweige zugekehrten) Seite. In den Wurzeln von Isoëtes ist also die Stelle, wo die Gefässbildung anhebt, dem kleinern Segment zugekehrt; sie bewegt sich gegen das grössere Segment.

Ein dritter allgemeiner Gegenstand unserer Beobachtungen betraf die Entstehung der Wurzeln bei den Gefässcryptogamen. Da die Anlegung derselben innerhalb des Stengels für die Untersuchung allzugrosse Schwierigkeiten und überdem eine äusserst geringe Aussicht auf Erfolg darbot, so wurde dieser Weg bald verlassen und wir beschränkten uns auf die Erforschung der Art und Weise, wie die Wurzeln zweiter und späterer Ordnungen innerhalb der Wurzeln selber angelegt werden.

In dieser Beziehung treffen wir bei den Gefässcryptogamen wieder zwei ganz verschiedene Typen. Dieselben trennen die nämlichen zwei Gruppen, welche auch schon durch ein verschiedenes Scheitelwachsthum charakterisirt wurden, nämlich die monopodial-verzweigten und die gabeliggetheilten. Ich will zuerst von jenen sprechen.

Bei allen monopodial-verzweigten Wurzeln (Equisetum Polypodiaceen, Marsilia), und nur bei diesen, entstehen die Seitenwurzeln der Länge nach an einer Hauptwurzel, und zwar am Umfange des Gefässcylinders, wo sie genau den primordialen Vasalsträngen entsprechen. Da diese meist opponirt, seltener zu drei oder vier vorhanden sind, so finden wir auch meist zwei, seltener drei oder vier Zeilen von Seitenwurzeln.

Was nun die Zellen betrifft, welche die Wurzelanlagen bilden, so gehören sie nicht etwa, wie man erwarten möchte, dem Cambiumcylinder, sondern der innersten Rindenschicht an. Die Wurzelanlagen stossen also bei Equisetum unmittelbar an das primordiale Gefäss an; bei den Filices und bei Marsilia sind sie von demselben durch das einoder mehrschichtige Pericambium getrennt.

Die Wurzelanlagen treten meist in grosser Menge und sehr frühe auf, nämlich schon zu einer Zeit, wo die Gefässe noch nicht vorhanden sind. Sie reichen also bis nahe an den Scheitel der Mutterwurzel. Die Entstehungsfolge in jeder

Zeile ist eine streng akropetale, d. h. die jüngste Anlage befindet sich immer zunächst dem Scheitel; zwischen schon vorhandenen Anlagen bilden sich keine neuen. Die Wurzelverzweigung folgt also in dieser Beziehung dem Beispiel der Blattbildung. Adventive Wurzelverzweigungen giebt es bei den monopodial-verzweigten Wurzeln der Gefässcryptogamen nicht.

Alle einer Zeile angehörigen Wurzelanlagen entstehen aus einer Längsreihe von innersten Rindenzellen, nämlich aus derjenigen, welche vor dem primordialen Gefäss liegt. Diese wurzelbildenden Längsreihen sind zuweilen ausgezeichnet, so dass man sie auf dem Querschnitte erkennt, auch wenn sie daselbst keine Anlagen erzeugen. Bei den einen Pflanzen nämlich sind sie deutlich grösser als die übrigen Zellen der gleichen concentrischen Schicht. Bei andern, wo die innere Rinde eine kleinzellige Scheide mit verdickten Zellwandungen bildet, sind alle auf dem gleichen Radius mit den Primordialsträngen befindlichen innern Rindenzellen weit und dünnwandig und zeigen somit deutlich die Zellen an, aus denen Wurzelanlagen hervorgehen können. Diese wurzelbildenden Zellen entsprechen sehr häufig einem der ursprünglichen Sextanten, indem z. B. zwei gegenüberstehende Sextanten in der innersten Rindenschicht radial ungetheilt bleiben, während die andern daselbst sich radial theilen und 2 oder 3 nebeneinander liegende Zellen erzeugen.

Die wurzelbildenden Zellenreihen zeichnen sich auf dem Längsschnitt zuweilen vor den übrigen Zellen der innern Rinde durch die Kürze ihrer Glieder aus. Ist die Zelle, aus welcher eine Wurzelanlage entstehen soll, nicht schon vorher ziemlich isodiametrisch, so treten zuerst einige Quertheilungen ein, so dass die Breite und Dicke der Länge ungefähr gleich kommen. Ist ferner die Zelle klein, so vergrössert sie sich zunächst rasch nach allen Seiten. Darauf beginnen in der hinreichend grossen und ziemlich isodiame-

trischen Zelle die schiefen Theilungen, deren Wände nach der Achse der Mutterwurzel convergiren, nach der Peripherie auseinander weichen.

Die erste schiefe Wand in der Wurzelanlage, also diejenige, durch welche das erste Segment abgeschnitten wird, ist grundwärts gelegen (dem Scheitel der Mutterwurzel abgekehrt); die zweite und dritte liegen rechts und links. Damit ist die Scheitelzelle der Wurzelanlage dreieckig geworden; eine Ecke des Dreieckes schaut nach dem Scheitel, eine Seite nach der Basis der Mutterwurzel. Das erste Segment liegt quer, das zweite und dritte schief zur Achse der Mutterwurzel.

Nachdem durch die drei ersten schiefen Theilungen die Scheitelzelle der jungen Wurzel die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide, die sie später immer behält, erlangt hat, theilt sie sich durch eine Querwand und bildet somit die erste Kappe der Wurzelhaube. Von hier an verfolgt das Scheitelwachsthum seinen regelmässigen Gang.

Die Theilung der Segmente geschieht ebenfalls von Anfang an nach der Norm, die späterhin eingehalten wird. So theilt sich jedes Segment in zwei Sextanten, und der Cambiumcylinder, welcher aus den innersten Theilen der Sextanten gebildet wird, ist von Anfang an sechseckig. Dieses Sechseck kehrt, entsprechend seinem Ursprung, eine Ecke dem Grunde und die gegenüberstehende dem Scheitel der Mutterwurzel zu. Eine Ausnahme hievon machen die Wurzeln von Equisetum, wo der sechsseitige Cambiumcylinder am Grunde einer Seitenwurzel um 30° gedreht ist, so dass zwei opponirte Seiten desselben die eine grundwärts, die andere scheitelwärts liegen.

Wenn zwei primordiale Gefässgruppen in der jungen Wurzel entstehen, was der gewöhnliche Fall ist, so liegen sie bezüglich der Achse der Mutterwurzel rechts und links. Sie befinden sich also jeder vor einer Seitenwand des sechseckigen

Cambiumcylinders und sie sind aus den zwei Segmentreihen entsprungen, welche schief zur Mutterwurzel gerichtet sind und der das zweite und dritte Segment angehören, während diejenige Segmentreihe, welche zur Achse der Mutterwurzel rechtwinklig gestellt ist und das erste Segment enthält, keine Gefässe erzeugt. Bei Equisetum befinden sich die zwei primordialen Gefässe in den zwei rechts und links liegenden Ecken des Cambiumcylinders.

Wenn das Pericambium mangelt, so berühren die Gefässe der jungen Wurzel unmittelbar diejenigen der Mutterwurzel (so bei Equisetum). Ist ein Pericambium vorhanden, so verwandeln sich einige Zellen desselben in kurze Gefässzellen, welche die Verbindung vermitteln.

Indem die junge Wurzel in die Länge wächst, drückt sie die ausserhalb gelegenen Rindenzellen zusammen. Nur die zunächst liegende Rindenschichte folgt zuerst dem gegegebenen Anstoss; sie stülpt sich nach aussen und vermehrt dabei durch radiale Theilung ihre Zellenzahl. Später aber wird sie ebenfalls zusammengedrückt und sammt den übrigen Zellschichten durchbrochen.

Vergleichen wir nun mit der Verzweigung der monopodialen, diejenige der gabeligen Wurzeln (von Lycopodium, Selaginella, Isoëtes). Leider treffen wir bei den letztern auf die nämlichen, scheinbar fast unüberwindlichen Schwierigkeiten, mit denen die Erforschung der Entwicklungsgeschichte bei ihnen überhaupt zu kämpfen hat. Die Vorgänge in der Scheitelregion konnten trotz der zahlreichen und gelungenen Präparate nicht klar zur Anschauung gebracht werden. Die Ursache davon liegt theils in dem undeutlichen Gewebe, theils vorzugsweise in der unmittelbar in der Scheitelregion rasch sich wiederholenden Verzweigung, so dass man sowohl auf Querschnitten als auch auf Längsschnitten die Wurzelanlagen und ihre Mutterstrahlen, nach denen sie beurtheilt werden müssen, entweder

beide zusammen oder doch die einen in schiefer Stellung vor sich hat, so dass die Anordnung der Zellen nicht enträthselt werden kann.

Die gabelig-getheilten Wurzeln stimmen mit den monopodial-verzweigten darin überein, dass die Wurzelanlagen in streng basifugaler Richtung entstehen, dass somit grundwärts von einer schon vorhandenen Verzweigung sich keine neue Verzweigung mehr bildet. Die Verschiedenheit aber beruht darin, dass bei den monopodial-getheilten Wurzeln die Anlagen immer in einer gewissen, wenn auch geringen Entfernung vom Scheitel auftreten und unter einander selbst durch merkliche Abstände getrennt sind, während sie bei den gabeligen Wurzeln in der Scheitelregion selbst zusammengedrängt, sozusagen zusammen geknäuelt sind.

Dieser Differenz entspricht ein in morphologischer Beziehung ungleicher Ursprung. Bei den monopodial-verzweigten Wurzeln bilden sich die Verzweigungsanlagen im Innern des Wurzelkörpers, nämlich aus den innersten Zellen der in allen Schichten angelegten Rinde. Bei den gabelig-getheilten Wurzeln entstehen sie in der Scheitelzelle selbst oder in den noch ungetheilten Segmenten. Sie befinden sich desshalb an der Oberfläche des Wurzelkörpers, bloss von dessen Wurzelhaube bedeckt.

Von dieser verschiedenen Entstehungsweise wird ein ungleicher Verzweigungscharakter bedingt. Bei den monopodial-getheilten Wurzeln stehen die Seitenwurzeln in 2 oder 3 (4) Längsreihen vor den primordialen Vasalsträngen. Bei den dichotomen Wurzeln findet meistens wirkliche Gabelung statt. Zuweilen indess haben die Wurzelverzweigungen stellenweise ein monopodiales Ansehen, aber dann stehen die Zweige nicht in Zeilen, die den Primordialsträngen entsprechen, sondern ohne Rücksicht auf die letztern in alternirenden (kreuzweise gestellten) Paaren oder einzeln mit der Divergenz $^1/_4$. Da nun die Wurzeln von

Lycopodium, Selaginella und Isoëtes entweder durchaus oder wenigstens in gewissen Regionen gegabelt sind und da ihr zuweilen und theilweise auftretendes monopodiales Aussehen möglicher Weise auf einem sympodialen Aufbau beruht, so glaubten wir, dass sie doch mit Recht als dichotome gegenüber dem wirklichen Monopodium mit vollkommener Abwesenheit von Gabelung bei Equisetum, Marsilia und den Filices bezeichnet werden können.

Da wir im Unklaren blieben, ob die Verzweigungsanlagen bei den gabeligen Wurzeln in der Scheitelzelle selbst oder in den Segmenten gebildet werden, so war es selbstverständlich auch unmöglich zu bestimmen, ob die beiden Gabelzweige in ihrem Ursprunge gleichwerthig seien oder nicht, ob also die Dichotomie in genetischer Beziehung eine ächte oder eine falsche sei. Wir haben nämlich die drei Möglichkeiten, a) dass die Anlagen der beiden Gabelzweige aus der Scheitelzelle, b) aus den beiden gegenüber liegenden letzten Segmenten entstehen und c) dass der eine Gabelzweig die Fortsetzung des frühern Strahls, der andere dagegen eine Neubildung aus einem Segment sei. Die beiden ersten Entstehungsweisen würden die wahre, die letztere die falsche Dichotomie anzeigen.

Bei Lycopodium kommen an den nämlichen Wurzeln dichotome und monopodiale Verzweigungen vor. Da es nun im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass sie alle genetisch gleich seien, so ist damit der Ursprung in der Scheitelzelle ausgeschlossen. An den Monopodien entstehen alle Zweiganlagen aus den Segmenten, welche entsprechend der vierzeiligen Zweigstellung wahrscheinlich ebenfalls in 4 Zeilen stehen, und von den beiden Gabelzweigen wird entweder nur einer oder beide (im letztern Falle mit Unterdrückung der Scheitelzelle) in den letzten Segmenten angelegt.

Für Isoëtes bieten sich zwei Möglichkeiten dar. Entweder sind die Scheitelzellen, wie es die Querschnitte durch

die Wurzelspitzen oft zu zeigen scheinen, zweischneidig. Dann müssen, wegen der Stellung der Segmente in den Gabelzweigen und wegen der kreuzweisen Stellung der auf einander folgenden Dichotomieen, die Anlagen der Gabeläste in der Scheitelzelle gebildet werden, und es muss die Theilungsrichtung der Scheitelzelle in den auf einander folgenden Verzweigungsordnungen je um 90° wechseln. — Oder die Scheitelzelle hat (wie es auch für Lycopodium wahrscheinlich ist) eine vierseitige Gestalt und die Segmente liegen in vier Zeilen. Dann können die Gabelzweige aus den Segmenten entstehen, wobei wahrscheinlich von jedem Zweig nur vier Segmente gebildet werden, wovon die zwei letzten die Verzweigungsanlagen bilden. Denn bei allen dichotomen Wurzeln folgen die Verzweigungen in der Scheitelregion so dicht auf einander und das intercalare Wachsthum hat so sehr, gegenüber dem Scheitelwachsthum, die Oberhand, dass sehr wahrscheinlich in jedem Falle das Gewebe eines Gabelzweiges aus nicht mehr als einem einzigen Segmentumlauf hervorgeht.

Historische Classe.

Sitzung vom 22. Dezember 1866.

Herr Sighart las:

„Ueber armenische Miniaturgemälde in München".

Die Geschichte und Literatur der Armenier hat in der Neuzeit die Aufmerksamkeit nicht weniger Forscher auf sich gezogen. Man weiss jetzt, dass dieser geistig reichbegabte, auch durch körperliche Schönheit ausgezeichnete Volksstamm, der an der Nordgränze Persiens sass, frühzeitig durch die Thätigkeit des Fürsten Gregorius Illuminator zum christlichen Glauben bekehrt wurde. Eben so bekannt ist, dass der armenische Mönch Mesrop um 406 v. Chr. ein eigenes Alphabet erfand, um die Lehre des Heils seinem Volke auch schriftlich mittheilen und hinterlassen zu können. Es sind jene Schriftzeichen, in welchen die vielen liturgischen und erbauenden Schriften der Armenier niedergelegt sind, wie auch bedeutende historische Arbeiten, unter denen die armenische Geschichte des Moses von Khorene die erste Stelle einnimmt. Endlich muss ich noch die Bemerkung voraussenden, dass es im zehnten Jahrhunderte einem armenischen Fürsten, Ruben mit Namen,

sogar gelungen ist, ein armenisches Königreich zu gründen mit der Hauptstadt Ani, ein Reich, dessen Selbständigkeit drei Jahrhunderte währte und das mit den Kreuzfahrern in guten Verhältnissen stand.

In dieser Zeit der politischen und religiösen Blüthe Armeniens hat sich bei diesem Volke nun auch eine eigenthümliche Kunst entfaltet, deren Ueberreste uns noch in den Grotten, Kapellen und Kuppelkirchen des Kaukasus und in manchen heiligen Büchern erhalten sind.

Was die Architektur jener Bauten betrifft, so sind sie schon öfter Gegenstand der Untersuchung und Schilderung geworden. Nachdem schon früher Ritter in seiner Erdkunde [1]), Dubois de Montpereux in seiner Kaukasusreise [2]) und Charles Texier in seiner Beschreibung Armeniens [3]) eine Würdigung dieser Bauwerke gegeben, hat Karl Schnaase in der Geschichte der bildenden Künste [4]) in gewohnter Meisterschaft sich darüber verbreitet.

Dagegen ist die Malerei der Armenier bisher fast unbeachtet geblieben. Auch Schnaase hat nur einige Zeilen darauf verwendet. Er kennt nur aus fremden, oben genannten Berichten die Wandbilder jener Kirchenbauten im Kaukasus und sagt von ihnen, dass die Figuren daselbst starr, leblos, flach, ohne Schatten, in grellen Farben und im barbarischen Costüme gehalten sind. Alle andern Bücher über Kunstgeschichte schweigen noch ganz über die Malerei der Armenier.

Wir sind nun im Stande, zur Lösung dieser noch

---

1) Erdkunde X, 514.

2) Voyage autour du Caucase 1839.

3) Description de l'Arménie, de la Perse et la Mesopotamie. 1844.

4) Geschichte der bildenden Künste. Bd. III, 265.

dunklen Frage über armenische Malerei aus eigener Anschauung einen Beitrag zu machen, indem die kgl. Hof- und Staatsbibliothek zu München drei armenische Pergamenthandschriften besitzt, welche mit interessanten Miniaturen geschmückt sind. Die Miniaturen gehen aber neben der monumentalen Malerei einher, sie bilden das Echo und Spiegelbild der Malerei im Grossen. Aus ihnen vermag man also so gut sich eine Vorstellung der Malereientwicklung eines Volkes im Allgemeinen zu deduciren, wie aus den Medaillen und Münzen die Geschichte der Plastik.

Es ist uns daher möglich, aus den genannten miniaturirten Werken einen Schluss auf die Malerei der Armenier überhaupt zu machen.

Ich erlaube mir also, eine kurze Beschreibung der genannten drei Codices hier zu geben.

Vom geringsten künstlerischen Interesse ist die älteste der Handschriften, ein armenisches Brevier, das im Jahre 1222 geschrieben ist. Dieser Codex stammt aus der Quatremère'schen Bibliothek und trägt jetzt die Bezeichnung Cod. armen. VIII. Er hat noch wenige Malereien, ein Portal ist am Anfange angebracht, einige Vögel und Pflanzen zieren den Rand. Am merkwürdigsten sind zwei Bischöfe in den weiten Kaseln, wie sie noch in der griechischen Kirche gebräuchlich sind. Bei den starren Figuren stehen die Namen Nerses katholikos und Gregor Lusarovitsch.

Diese Malereien zeigen noch völlige Unkenntniss der menschlichen Körperform und der Naturdinge, es macht sich überall bloss die kindische Vorliebe für Goldschimmer und grelle Farbenzusammenstellung geltend. Von diesen Miniaturen, nicht aber von den spätern, gilt auch noch, was Schnaase von den Wandbildern der Armenier sagt, dass ihnen noch alle Schattenangabe fehlt. Kurz, wir haben hier noch die halbbarbarischen Anfänge aller Malerei vor uns.

Bedeutender ist die zweite Handschrift, hier Cod. armenicus I geheissen. Es ist ein Evangelienbuch mit Litaneien, geschrieben und wohl auch gemalt vom Bischofe Johannes, dem Bruder des Königs Leo III. von Cilicien. Als Zeit der Entstehung des Buches ist angegeben das Jahr 727 der armenischen Zeitrechnung, was dem Jahre 1278 der christlichen Aera entspricht.

Interessant ist hiebei schon der Umstand, dass der Name des Schreibers und Malers uns mitgetheilt ist, es ist ein Bischof des Volkes und zwar aus königlichem Stamme. Daher wohl die Pracht und Eleganz dieses Buches.

Was dann den bildlichen Schmuck des Werkes betrifft, so sind es zunächst zierliche Arabesken, die sich in bunter Manigfaltigkeit durch das ganze Buch ziehen. Sie tragen alle das maurische Gepräge, sie bilden Tapetenmuster, geistreiche Verschlingungen von Bändern und Linien, alles auf glänzendem Goldgrunde ausgeführt. Häufig kommen auch anmuthige Pflanzenverbindungen vor, ganze Bäumchen werden an den Rand gezeichnet, wo im Texte von solchen Dingen die Rede ist.

Noch grössere Vorliebe hatte der Maler für Thiere, Vögel aller Art marschieren oder klettern an den Ornamenten hin und her; Fische, Drachen, Adler müssen als Initialen Dienste thun, einmal auch ein Mann, der durch geschickte Drappirung seines Mantels den Buchstaben bildet. Es erhellt aus diesem Manuscripte, dass es nicht richtig ist, wenn Kugler bemerkte, die reichliche Anwendung von Thier- und Pflanzenformen finde sich nur in deutschen Büchern, das komme von der Waldlust und dem Waldleben der Deutschen. Wir finden dieselbe Vorliebe für Thier- und Pflanzengestalten zu ornamentalen Zwecken auf gleiche Weise bei den Armeniern vor. — Was dann Geschmack

und Farbenglanz dieser dekorativen Details betrifft, so wetteifern sie an Feinheit, Sauberkeit der Ausführung und Pracht des Colorits mit den besten Miniaturen der Byzantiner.

Die Hauptzierden dieses Codex sind aber die vier Bilder der Evangelisten, welche unter Tempelchen dasitzend, ihre Evangelien schreiben. Sie tragen ganz den byzantinischen Typus, sie sind steif, mager, herb, ohne individuellen Ausdruck, in enganliegende, faltige Gewänder gehüllt. Matthäus erscheint als Greis, während Markus und Lukas jugendlicheres Aussehen zeigen. Johannes ist seltsamer Weise auf demselben Blatte zugleich als Greis und als Jüngling dargestellt, was wohl auf seine doppelte Seherstellung, als Apostel und Apokalyptiker, auf Patmos und in Ephesus, deuten möchte. Bei zweien der Evangelisten erscheint die Taube des hl. Geistes, um den Inhalt der Offenbarung dem hl. Schreiber in das Ohr zu sagen, einmal verrichtet ein Engel das Geschäft. Merkwürdig ist, dass die Embleme nicht unmittelbar neben den Evangelisten, sondern auf dem gegenüberstehenden Blatte als Initialen angebracht sind.

So viel von den Figuren, die durchaus auf blauem Hintergrunde mit frischen Farben, den Schatten in der Lokalfarbe und mit weissaufgesetzten Lichtern ausgeführt sind.

Anlangend aber die Architekturformen, welche sich im Buche finden, so sind sie maurisch-arabisch, wie die Ornamente. Alle Tempelchen, Ciborienaltäre mit Kugel-Kapitälen, flachen Architraven und zierlichen Kuppeln zeigen diesen Charakter. Von Bogenformen kommt fast immer der Rundbogen zur Anwendung, nur einmal begegnen wir auch dem gothischen Eselsrückenbogen und spitzbogen Fenstern mit gothischen Nasen.

Wir haben also hier eine seltsame Mischung maurischer,

byzantinischer und abendländischer Elemente vor uns, was dem Ganzen einen eigenthümlich fremden, phantastischen Ausdruck verleiht.

Die dritte Handschrift hat die Bezeichnung Cod. armenicus VI., und ist um das Jahr 876 der Armenier und 1427 der christlichen Zeitrechnung entstanden. Sie kam i. J. 1538 aus der berühmten Bibliothek des Albert Widmerstadt in Rom in den Besitz des bayerischen Hauses und enthält ein Liturgikon, d. h. die Gebete und Ceremonien der Orientalen bei der Messfeier.

Was die Ausstattung dieser Handschrift betrifft, so finden wir auch hier zierliche Teppichmuster im maurischen Geschmacke, auch wieder phantastische Thier- und Pflanzenformen. Doch ist der Schmuck ärmer, nicht in Gold, sondern nur in Rosafarbe ausgeführt. Die Figuraldarstellungen schildern die Einsetzung des Abendmahles und die Hauptscenen der Messe. Bei der Abendmahlsfeier sitzt Christus in Mitte seiner harrenden Jünger und segnet ein rundes Brod, während er den Fisch, sein Symbol, vor sich auf dem Tische liegen hat. Bei der Darstellung der Epiklesis, der Herabrufung des hl. Geistes, nach der Opferung erscheint die Taube des hl. Geistes und giesst ihre Strahlen in den Kelch, bei Segnung der Opfergaben sieht man die Hand des Vaters in den Wolken, zum griechischen Segen gestaltet. Das letzte Bild ist die Communion, wobei Gregor Lusarowitsch wieder dem knieenden, Haupt und Hände bedeckt haltenden Nerses das runde Brod zutheilt. Bei den früheren Messakten ist Basilius und Athanasius in kreuzbesäter Kasel und mit grossem Orarium aufgeführt. Alle diese Figuren sind noch byzantinisch, bloss typisch, starr, leblos, manche sogar verkrüppelt, die Kleider in kleinen parallelen Falten drappirt. Die Art der Färbung ist die nämliche, wie im vorigen Buche.

Die Bauformen wechseln hier zwischen maurischen und byzantinischen Motiven. Manche Bauten erinnern durch ihre Kuppelchen sogar an die Hagia Sophia in Byzanz.

Auch der Ledereinband dieses Buches verdient Beachtung. Er ist wohl gleichzeitig und zeigt in Mitte ein Kreuz aus Flechtwerk, das mit Spitzbogen umkreist ist.

Das Resultat der Betrachtung dieser drei armenischen Codices möchte sich in folgende Sätze zusammendrängen lassen:

Die Armenier haben in ihrer Malerei, was Architektur- und Ornamentalformen betrifft, fast durchaus die sie umgebende maurisch-arabische Kunst nachgeahmt. Dagegen lehnt sich ihre Figuralmalerei, da den Arabern die Darstellung der menschlichen Gestalt versagt war, durchaus an die Vorbilder der nahen Byzantiner an. Auch lässt sich nicht leugnen, dass hie und da abendländische Motive bei Architekturmalereien sich eingemengt haben. Die Armenier verkehrten offenbar auch mit den Kreuzfahrern, die im Orient sich niedergelassen, sie sahen die gothischen Bauwerke, die sie dort aufgeführt, und ahmten bei ihren eigenen Gemälden manche der dort geschauten Formen nach.

Noch bemerken wir, dass die glänzendste Zeit der armenischen Kunst die zweite Hälfte des dreizehnten Jahrhunderts war. Später mit dem Untergang der politischen Freiheit und Bedeutung der Armenier sank auch die Kunst rasch wieder herab. Und überhaupt, weil die Zeit der politischen Unabhängigkeit dieses Volkes zu kurz währte, so blieb es in der Kunst immer von fremden Einflüssen beherrscht, es fand nicht Zeit und Kraft genug, um aus den von Aussen überkommenen Elementen sich zu neuen, selbständigen, idealen Schöpfungen emporzuarbeiten.

Herr Cornelius hielt einen mit Aktenstücken aus dem Casseler Archive unterstützten Vortrag:

„Ueber die Fürstenverschwörung gegen Carl V. vom Jahre 1552, und über die Stellung des Kurfürsten Moritz von Sachsen zu den übrigen Theilnehmern".

Die Classe beschloss, dass der Vortrag mit den Documenten in ihren Denkschriften zum Druck gelangen solle.

Sach-Register.

Namen-Register.